This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

A 688,775
BF 237 .A5

Ueber

das Verhältnis der ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden bei Licht- und Schallintensitäten.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

hohen philosophischen Facultät

der

Königl. Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt

am 19. April 1900

von

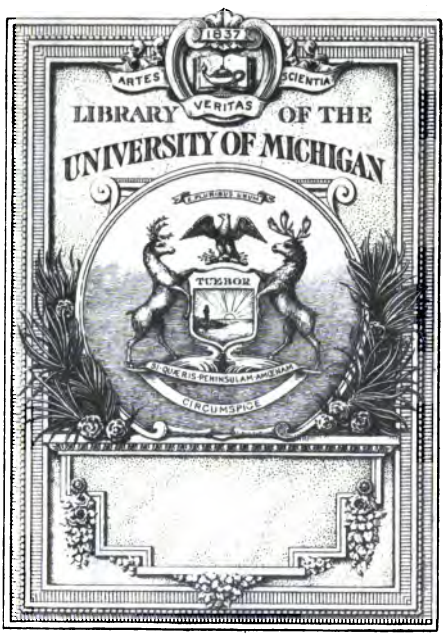
Wilhelm Ament

aus Zweibrücken.

Leipzig

Wilhelm Engelmann

1900.


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE

BF
237
.A5

Transfer to GL 5-1-73

293

Meiner theuren Mutter

und dem

Andenken meines unvergesslichen Vaters

in

Verehrung und Dankbarkeit

gewidmet.

162266

Inhalt.

Seite

Einleitung 7

I. Kritische Vorerörterungen 10

1. Lehmann und Neiglick 10

2. Merkel 11

3. Angell und Merkel 17

4. Theoretische Folgerungen 24

II. Experimenteller Theil 29

1. Versuche mit Lichtreizen 29

a. Versuchsanordnung 29

b. Ergebnisse 31

2. Versuche mit Schallreizen 42

a. Versuchsanordnung 42

b. Ergebnisse 46

Rückblick 64

Einleitung.

In Bezug auf die Bedeutung der ebenmerklichen Unterschiede von Reizen lassen sich 2 verschiedene Fragen aufwerfen. Die eine derselben besteht darin, ob die ebenmerklichen Unterschiede sämmtlich, also unabhängig von den zu ihrer Bestimmung gewählten Werthen der Reizscala, als gleich merkliche Empfindungsunterschiede betrachtet werden dürfen. Die andere Frage richtet sich darauf, ob die ebenmerklichen Unterschiede sämmtlich als merklich gleiche Unterschiede angesehen und daher mit anderen größeren, übermerklichen und unmittelbar als gleich empfundenen Unterschieden auf eine Stufe gestellt werden dürfen. Diese beiden Fragen sind bisher nicht ausdrücklich voneinander getrennt worden [1]). Man hat sich ohne weiteres für berechtigt gehalten, die ebenmerklichen Differenzen als solche von gleicher Merklichkeit und damit zugleich als merklich gleich groß aufzufassen und daher die beiden Fragen in eine einzige zusammenzuziehen. Das Problem, welches unter solchen Umständen die Psychophysiker seit Fechner in erheblichem Maße beschäftigt hat, wurde somit in der einfacheren Form bestimmt: Sind zwei gleichmerkliche bezw. merklich gleiche Empfindungsunterschiede auch als gleich groß aufzufassen? [2])

---

1) Auch in Meinong's eingehender und scharfsinniger Untersuchung über die Bedeutung des Weber'schen Gesetzes (Zeitschr. f. Psychol. XI.) ist das, soviel ich sehe, nicht geschehen.

2) Vgl. Fechner, Ueber die psychischen Maßprincipien und das Weber'sche Gesetz. Philos. Stud. IV. S. 184 f. G. E. Müller, Zur Grundlegung der Psychophysik S. 1 f., 382 ff. u. a.

Die in dieser Vereinfachung des Problems enthaltene Voraussetzung schien im allgemeinen durch die Versuche über die Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes auf dem Gebiete des Lichtsinns bestätigt zu werden. In seiner Revision der damals vorliegenden experimentellen Prüfungen dieses Gesetzes nach der Methode der ebenmerklichen und der der übermerklichen Unterschiede ist G. E. Müller zu dem Resultat gekommen, dass beide Arten von Ergebnissen »vollkommen in Einklang stehen und daher außer Zweifel stellen, dass die Summation gleich vieler ebenmerklicher Empfindungszuwüchse auf jeder Intensitätsstufe der Gesichtsempfindungen einen gleich deutlichen übermerklichen Empfindungszuwachs ergibt«[1]). Unter dieser Voraussetzung geht im Falle einer Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes oder einer Constanz der relativen Unterschiedsempfindlichkeit hervor, dass ein zwei merklich gleiche Differenzen voneinander trennender mittlerer Reiz der geometrischen Mitte zwischen den beiden äußeren Grenzreizen entspricht und zugleich eine zwischen diesen Grenzwerthen sich stetig abstufende Reihe von ebenmerklichen Unterschieden genau halbiren muss. Die Voraussetzung, dass die Unterschiedsschwellen als merklich gleiche Unterschiede anzusehen seien, ist nun aber durch die weiter unten zu besprechenden verdienstvollen Versuche von Merkel in Frage gestellt worden. Daraus folgt, dass es unzulässig ist, a priori diese einfachste Annahme zu vertreten, und dass vor allen Zusammenstellungen der Ergebnisse beider Methoden und vor allen Deutungen des Weber'schen Gesetzes zunächst einmal eine Entscheidung darüber herbeigeführt werden muss, wie sich die ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden eigentlich verhalten.

Es besteht eine doppelte Möglichkeit, dies Verhältniss zu prüfen. Man kann nämlich

1. eine gegebene Reizscala in eine stetige Reihe von ebenmerklichen Unterschieden verwandeln und die auf diese Weise herausgehobenen Reizwerthe zu der Vergleichung übermerklicher Unterschiede innerhalb derselben Reihe in Beziehung setzen. Gegeben sei z. B. die Reihe von Reizen a, b, c, ... p, wo jeder folgende Werth von dem unmittelbar vorausgehenden in qualitativer, intensiver, tem-

1 A. a. O. S. 395.

poraler oder extensiver Beziehung unmerklich verschieden ist. Man verwandle diese Reihe in eine aus lauter ebenmerklichen Unterschieden irgend einer Richtung bestehende, indem man zu a den ebenmerklich verschiedenen Reiz, zu diesem wieder den ebenmerklich verschiedenen aufsucht u. s. f., bis man bei p angelangt ist. Die so erhaltene Reihe sei a, c, f, i, l, n, p. Dann bestimmt man die Mitte zu a und p oder a und n oder c und p u. s. f. auf Grund der ursprünglichen Reizscala. Sind die ebenmerklichen Unterschiede als merklich gleich anzusehen, dann muss jeder der beiden übermerklichen, einander gleichgesetzten Unterschiede die gleiche Zahl ebenmerklicher in sich fassen, was z. B. bei a und p nur dann der Fall wäre, wenn die gefundene Mitte mit i zusammenfiele. Dieses Verfahren lässt sich als das directe bezeichnen. Weiter können wir

2. auf dem gewöhnlichen Wege Unterschiedsschwellen bestimmen und deren Gesetzmäßigkeit mit der für das nämliche Reizgebiet nach der Methode der übermerklichen Unterschiede ermittelten Gesetzmäßigkeit vergleichen. Es sei z. B. in der oben angeführten Reizreihe $\frac{c-a}{a} = \frac{p-n}{n}$ oder die Constanz der relativen U. E. gefunden worden. Daraus müsste, wenn die ebenmerklichen als merklich gleiche Unterschiede sollten betrachtet werden dürfen, geschlossen werden, dass für zwei gleich erscheinende übermerkliche Unterschiede die nämliche Gesetzmäßigkeit gelte. Die gesuchte Mitte zwischen a und p, die wir x nennen wollen, würde hiernach so zu liegen kommen, dass $\frac{x-a}{a} = \frac{p-x}{x}$, woraus $x = \sqrt{a.p}$, also als geometrisches Mittel aus den Grenzwerthen, sich bestimmte. Bisher ist dieses letztere Verfahren, das wir das indirecte nennen wollen, allein zur Anwendung gekommen.

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit besteht nun darin, einen Beitrag zur Lösung des bezeichneten Problems zu liefern. Wir wollen untersuchen, ob man berechtigt ist, die ebenmerklichen Unterschiede als merklich gleiche aufzufassen, oder nicht. Dabei soll die andere Frage nach der gleichen Merklichkeit, die eben mit jener nicht vermischt werden darf, gar nicht berührt werden. Die kritische Uebersicht der bisher ermittelten Thatsachen, die wir im Folgenden zunächst geben wollen, wird zeigen, dass wir von einer befriedigenden

Kenntniss des Verhältnisses der ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden noch erheblich weit entfernt sind. Daran wird sich die Mittheilung von eigenen Experimenten aus dem Gebiet von Helligkeiten und Schallintensitäten anschließen, in denen das directe und das indirecte Verfahren zur Anwendung gelangt sind. Diese Experimente wurden in dem Psychologischen Institut der Universität Würzburg während der Jahre 1897—99 angestellt.

I. Kritische Vorerörterungen.

1. Lehmann und Neiglick.

Ich übergehe die früheren von G. E. Müller benutzten Beiträge zu unserer Frage, weil sie weder das indirecte noch das directe Verfahren in der geschilderten Weise angewandt haben, und erwähne zunächst die Arbeiten von Lehmann und Neiglick, weil Merkel in seinen Lichtversuchen unmittelbar an sie anknüpft. Beide haben sich nur der Methode der mittleren Abstufungen bedient und kommen daher nur mittelbar für uns in Betracht.

Lehmann[1]) operirte mit drei kreisförmigen Scheiben, die aus variirbaren schwarzen und weißen Sectoren bestanden und deren jede für sich mittelst eines Uhrwerkes in schnelle Rotation gesetzt werden konnte. Von ihnen wurden zwei zur Herstellung eines dunkeln und hellen äußeren Grenzreizes benützt, mit der dritten wurde jeweils die Mitte zwischen beiden aufgesucht. Da ein gleicher Hintergrund für alle drei Scheiben zu störenden Contrasteinflüssen führte, erhielt von den constanten Grenzreizen der dunkle einen dunkeln, der helle einen hellen Hintergrund, der variable mittlere in zwei zusammengehörigen Versuchsreihen einmal den dunklen und einmal den hellen. Aber trotz dieser Vorsichtsmaßregeln gegen etwaige Contrasteinflüsse ergab sich nicht das Weber'sche Gesetz, das für ebenmerkliche Unterschiede als gültig angenommen werden konnte. So erhob sich denn das Postulat, dass auch die variable Scheibe gegen

1) Ueber die Anwendung der Methode der mittleren Abstufungen auf den Lichtsinn. Philos. Stud. III. S. 498 ff.

einen Hintergrund gesehen werden müsse, der ihr parallel variirt werden könnte.

Solche Versuchsbedingungen stellte Neiglick[1]) her. Mit ihnen fand er die subjective Mitte zwischen den beiden Grenzreizen dem geometrischen Mittel dann gleich, wenn diese den größten Contrast erreichten. Im Hinblick darauf erklärte er, dass das Weber'sche Gesetz für den Lichtsinn ein Specialfall des Helligkeitscontrastes sei.

Eine unmittelbare Beziehung zu dem von uns oben aufgestellten Problem besitzen die eben erwähnten Arbeiten insofern nicht, als sie keine parallel gehenden Versuche nach beiden Methoden enthalten. Immerhin verdienten sie, abgesehen von ihrer Beziehung zu Merkel, hier eine kurze Erwähnung, weil sie auf einen Umstand hinweisen, der für die Beobachtungen nach der Methode der mittleren Abstufungen in dem Gebiet der Helligkeitsempfindungen einen wesentlichen Einfluss besitzt. Dieser Umstand ist der Contrast, und es ergibt sich daraus die Nothwendigkeit, bei der Vergleichung der Resultate beider Methoden die Wirkung des Helligkeitscontrastes in Betracht zu ziehen. Dagegen hat der im Folgenden zu erwähnende Forscher Merkel beide Methoden nebeneinander für Licht-, Schall- und Druckreize zur Anwendung gebracht und damit für eine Prüfung unserer Frage nach dem indirecten Verfahren zum ersten Male ein umfangreiches Material geliefert.

2. Merkel.

Merkel[2]) wählte zur Untersuchung der Lichtreize ein Photometer, welches aus drei in quadratischen Säulen eingelassenen Mattglasplatten bestand, die durch dahinter befindliche, vor- und rückwärts verschiebbare Petroleumlampen in verschiedenen Helligkeitsgraden beleuchtet werden konnten. Der Contrast eines Hintergrundes war hiermit umgangen, aber simultane Contrasteinflüsse der benachbarten Flächen und successive bei Bewegung der Augen über die Flächen konnten auch hier nicht beseitigt werden.

---

1) Zur Psychophysik des Lichtsinns. Philos. Stud. IV. S. 28 ff.

2) Die Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung. 1. Abth. Philos. Stud. IV. S. 541 ff.

Die Versuche nach der Methode der ebenmerklichen Unterschiede[1]) bestätigen das Weber'sche Gesetz und die von verschiedenen Seiten constatirte untere Abweichung. Die Tabellen zeigen nämlich übereinstimmend, dass der Werth für das Verhältniss des ebenmerklich helleren Reizes zum Ausgangsreiz $\left(\frac{r_0}{r}\right)$ von den schwächsten Reizen an aufwärts zunächst abnimmt, um dann im allgemeinen constant zu bleiben.

Die Methode der mittleren Abstufungen[2]) ergab übereinstimmend, »dass der zu zwei gegebenen Reizen experimentell bestimmte mittlere Reiz in den meisten Fällen zwischen dem arithmetischen und geometrischen Mittel gelegen ist, nur in wenigen Fällen wird der arithmetische Mittelwerth übertroffen. Die relative Abweichung vom arithmetischen Mittel ist in allen Fällen kleiner, als die vom geometrischen Mittel«.

Merkel war es auch, der zuerst beide Methoden nebeneinander auf Schallreize anwandte[3]). Sein Apparat bei diesen Versuchen bestand in verschiedenen Stahlkugeln, welche aus verschiedener Höhe auf eine harte Holzplatte fielen. Durch Variirung von Gewicht und Fallhöhe erzeugte er die jeweils erforderlichen Schallintensitäten.

Bei der Discussion der Merkel'schen Resultate ist die Hauptfrage für unseren Zweck die, ob ihre Werthe die merkliche Gleichheit der Unterschiedsschwellen ergeben oder nicht. Die Frage darf bejaht werden, wenn bei Constanz der relativen U. E. nach der Methode der ebenmerklichen Unterschiede die Methode der mittleren Abstufungen innerhalb derselben Reizgrenzen für R_m das geometrische Mittel aus zugehörigen Werthen von R_1 und R_2 finden lässt[4]). Nun hat Merkel zwar innerhalb gewisser Grenzen die Constanz der relativen Unterschiedsempfindlichkeit nach der Methode der Minimaländerungen bestätigt gefunden, aber nach der Methode der mittleren Abstufungen nicht das geometrische, sondern im allgemeinen einen zwischen dem geometrischen und arithmetischen Mittel oder einen dem letzteren nahe liegenden Werth erhalten. Seine Resultate auf dem

1) A. a. O. S. 556 ff. 2) A. a. O. S. 565 ff.

3) Die Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung. 3. Abth. Philos. Stud. V. S. 499 ff.

4) Vgl. S. 8 f.

Gebiet der Schallversuche lassen sich unter dem Gesichtspunkt des oben bezeichneten indirecten Verfahrens so gruppiren, dass man eine Gegenüberstellung der nach beiden Methoden gewonnenen Werthe für die gleichen Reizgebiete bekommt. Zu diesem Zweck sind in der umstehenden Uebersicht aus den darin angegebenen Merkel'schen Tabellen unter dem Titel $\frac{\Delta r}{r}$ die relativen Unterschiedsschwellen und unter den Titeln $R_m - R_g$ und $R_a - R_m$ die Differenzen des die subjective Gleichheit der Intensitätsunterschiede ausdrückenden mittleren Reizes und des geometrischen bezw. des arithmetischen Mittels aus den zugehörigen Grenzreizen (R_1, R_2) berechnet und zusammengestellt worden.

Aus diesen Zahlen ergibt sich sofort, dass die durch die Werthe $\frac{\Delta r}{r}$ repräsentirte relative Unterschiedsempfindlichkeit innerhalb weiter Grenzen constant ist und den schon aus früheren Versuchen bekannten numerischen Betrag von $^1/_3$ aufweist. Zugleich aber stellt sich eine ziemlich beträchtliche Abweichung des R_m von R_g heraus. Diese Abweichung wächst mit dem Verhältniss der Grenzreize zu einander und mit deren absoluten Werthen. R_m zeigt dagegen in vielen Fällen eine befriedigende Uebereinstimmung mit dem arithmetischen Mittel, die nur bei den größten Verhältnissen aufhört. Die Abweichung von R_g folgt dann offenbar einfach der zwischen R_a und R_g bestehenden Relation. Nennen wir den Unterschied zwischen beiden Mitteln D, so gilt

$$D_1 = 2R_1 - \sqrt{3R_1^2} \quad \text{für} \quad R_1 : R_2 = 1:3\,,$$
$$D_2 = 3R_1 - \sqrt{5R_1^2} \quad \text{für} \quad R_1 : R_2 = 1:5\,,$$
$$D_3 = \frac{11R_1}{2} - \sqrt{10R_1^2} \quad \text{für} \quad R_1 : R_2 = 1:10\,,^1)$$

woraus das Wachsthum von D mit der Zunahme von R_1 und von $\frac{R_2}{R_1}$ erhellt. Die Uebereinstimmung des R_m mit R_a ist nun aber zugleich um so größer, je kleiner $\frac{R_2}{R_1}$ und je kleiner R_1 bezw. R_2 ist.

1) Man kann für diese einzelnen Relationen natürlich auch eine allgemeine Formel aufstellen, die jedoch das hier zu bezeichnende Verhalten nicht mit gleicher Anschaulichkeit erkennbar macht.

Tabelle I.

Tab.	r	$\frac{\Delta r}{r}$	Tab.	$R_1 : R_2$	$R_m - R_g$	$R_a - R_m$
IX.	125,9	$\frac{1}{2,99}$	XVI.	146,6 : 439,8	51,5	— 12,2
	245,4	$\frac{1}{3,18}$	$R_1 : R_2 = 1 : 3$	260,8 : 782,4	72,9	— 3,0
X.	862,9	$\frac{1}{3,17}$		795,2 : 2386	223	— 9
	1693	$\frac{1}{3,13}$		1234 : 3702	324	+ 7
			XVII.	146,6 : 733,0	108,1	+ 4,0
			$R_1 : R_2 = 1 : 5$	260,8 : 1304	190,1	+ 8,1
				795,2 : 4771	603	+232
			XVIII.	146,6 : 1466	293,8	+ 49,0
			$R_1 : R_2 = 1 : 10$	260,8 : 2608	505,3	+104
XI.	2,45	$\frac{1}{3,1}$	XXII.	2,025 : 3,442	0,151	+ 0,002
	4,71	$\frac{1}{3,3}$	$R_2 - R_1$	4,05 : 7,087	0,215	— 0,004
	12,57	$\frac{1}{3,29}$	ungefähr gleich der doppelten	9,986 : 17,48	0,42	+ 0,1
	25	$\frac{1}{3,25}$	Schwelle.	19,77 : 34,60	1,25	— 0,22
	54,56	$\frac{1}{3,26}$		52,98 : 92,71	2,79	— 0,03
	116,3	$\frac{1}{3,38}$		103,9 : 181,7	7,5	— 2,1
	231,4	$\frac{1}{3,1}$		195,4 : 342,0	17,6	— 7,4
	446,5	$\frac{1}{3,2}$		347,8 : 608,6	28,8	— 10,7
	839,9	$\frac{1}{3,16}$		636,2 : 1113	40,0	— 6,9
	1528	$\frac{1}{3,25}$		987,2 : 1728	91	— 39
	2569	$\frac{1}{3,17}$		2221 : 3949	119	+ 4
	5115	$\frac{1}{3,21}$		4442 : 7898	282	— 35

Dabei scheint im allgemeinen R_m bei wachsendem $\frac{R_2}{R_1}$ hinter R_a zurückzubleiben und bei wachsendem R_1 und R_2 über R_a hinauszugehen. Die Zahlen stimmen jedoch, wie eine aufmerksame Vergleichung der von Merkel mitgetheilten Tabellen ergibt, keineswegs unter

einander genügend überein[1]), um eine solche Regel wirklich aufstellen zu können. Außerdem würde sie unseren eigenen Versuchsresultaten durchaus widersprechen, die vielmehr bei wachsendem $\frac{R_2}{R_1}$ eine Annäherung an das arithmetische Mittel zeigen. Auf jeden Fall besteht ein so offenkundiger Unterschied zwischen den Ergebnissen der Methode der Minimaländerungen und der der mittleren Abstufungen nach Merkel's Beobachtungen, dass wir die bisherige Annahme von der merklichen Gleichheit der verschiedenen Reizwerthen entsprechenden Unterschiedsschwellen zu verwerfen gezwungen wären, wenn sich keine besonderen Gründe für diesen Unterschied aufweisen ließen.

Merkel selbst hat sich auf eine genauere qualitative Analyse seiner Art zu beobachten, zu vergleichen und zu urtheilen leider nicht eingelassen. Das einzige, was sich in dieser Beziehung mitgetheilt findet, ist die Angabe, dass die Beurtheilungsweise der 3 Reize und ihrer Unterschiede sich ändere, wenn man von kleinen Intervallen der Grenzreize zu größeren übergehe. Seien R_1 und R_2 nur wenig verschieden, so liege für die Bestimmung des mittleren Reizes keinerlei Zweifel vor. »Bei großer Verschiedenheit von R_1 und R_2 aber kommt die Erwägung mit in Frage, dass R_m vielemale größer ist als R_1, während R_2 den Werth R_m keineswegs so oft übertrifft. Es macht sich also mehr und mehr eine unmittelbare Beurtheilung der Verhältnisse anstatt der Differenzen bei Zunahme des Unterschiedes zwischen R_2 und R_1 geltend. Dies zeigt sich auch daran, dass bei geringeren Unterschieden zwischen R_1 und R_2 die Reize R_1, R_m und R_2 gewissermaßen als eine gleichmäßig abgestufte Gruppe aufgefasst werden, während bei größeren Unterschieden mehr eine Beurtheilung von Reiz zu Reiz stattfindet, d. h. jeder folgende Reiz immer mehr und mehr nur nach dem unmittelbar vorangehenden beurtheilt wird.«[2]) Diese Aeußerung legt es zum mindesten außerordentlich nahe, den Einfluss secundärer Kriterien auf das Urtheil zu vermuthen. Derjenige, welcher nicht nur die Schallempfindungen zur Verfügung hat, um über deren Beziehungen zu einander eine Aussage zu machen,

1) Auf entsprechende Unregelmäßigkeiten in den Resultaten der Lichtversuche hat bereits A. Grotenfelt (Das Weber'sche Gesetz und die psychische Relativität. 1888. S. 112) hingewiesen.

2) Philos. Stud. V. 532 f.

sondern auch die Reize und deren Verhältnisse zu einander genau kennt und das optische Bild der jedesmal eingestellten Kugelhalter in sich aufnehmen kann, wird höchst wahrscheinlich durch dieses Wissen und Sehen in seinem Urtheil über die wahrgenommenen Schallintensitäten mitbestimmt werden. Von einer solchen doppelten Beurtheilungsweise nach Unterschieden und nach Verhältnissen haben wir bei unseren Beobachtungen ebensowenig etwas entdecken können, wie die Versuchspersonen von Angell. Dagegen musste sie Merkel schon um deswillen geläufig sein, weil er nach seiner Methode der doppelten Reize, die eine Beurtheilung nach Verhältnissen in sich schließt, viele Versuche ausgeführt hatte.

Wundt[1]) hat bereits vermuthet, dass es sich bei der Methode der mittleren Abstufungen um eine relative und eine absolute Empfindungsschätzung handeln könne. Die erste, die relative, würde »dann eintreten, wenn ..... die Vergleichung der 3 Reize $r_1\ r_2\ r_3$ derart stattfindet, dass die den Reizintervallen $r_1\ r_2$ und $r_2\ r_3$ entsprechenden Empfindungsstrecken mit einander verglichen werden können. Dann erscheinen beide Strecken einander gleich, wenn $r_2 : r_1 = r_3 : r_2$ ist. Dagegen wird die absolute Schätzung bevorzugt sein, wenn die Theilstrecke $r_1\ r_2$ mit der ganzen Strecke $r_1\ r_3$ verglichen wird. Es wird dann r_2 in der Mitte zu liegen scheinen, wenn $r_1\ r_2 = \frac{1}{2} r_1\ r_3$ ist.« Wenn man nun bedenkt, dass Merkel in der Beurtheilung eines solchen Zahlenverhältnisses, wie es bei der absoluten Empfindungsschätzung vorausgesetzt wird, durch seine vielen Versuche nach der Methode der doppelten Reize besonders geübt sein musste, so wird es als naheliegend erscheinen dürfen, anzunehmen, dass er sie auch hier, bei der Streckenvergleichung in Anwendung gebracht habe.[2]) Eine besondere Stütze erhält diese Annahme vielleicht noch dadurch, dass die nach der Methode der doppelten Reize gewonnenen Werthe fast durchweg eine Abnahme des Quotienten $\frac{R_2}{R_1}$ mit wachsendem R_1 aufweisen.[3]) Bei den kleinsten absoluten

1) Grundzüge der physiologischen Psychologie. I⁴. S. 394.

2) Damit dürfte auch der von Dittenberger (Archiv für systematische Philosophie. II. S. 101) gegen die Wundt'sche Unterscheidung vorgebrachte Einwand für diesen speciellen Fall beseitigt sein.

3) Vergl. Philos. Stud. IV. S. 265 ff., 517.

Größen von R_1 übersteigt der angegebene Quotient den Betrag 2, während die größten Reizwerthe eine mehr oder weniger erhebliche Abweichung nach der 1 hin darbieten. Es würde das im allgemeinen zu dem Gange von R_m bei den Schallversuchen stimmen, wenn wir den wachsenden Reizen die wachsenden Reizstrecken substituiren dürfen[1]).

Endlich aber ist zur Kritik der Merkel'schen Resultate noch hervorzuheben, dass die Versuche mit Licht- und Druckreizen, auf die wir hier nicht näher eingehen, weil uns entsprechende Beobachtungen nicht zu Gebote stehen, einen mit den Ergebnissen auf dem Gebiete des Schalles nicht übereinstimmenden Verlauf von R_m aufweisen. Da die relative Unterschiedsempfindlichkeit nach der Methode der ebenmerklichen Unterschiede bei den Licht- und Druckreizen sich in weiten Grenzen constant erwies, so hätte man bei dem gleichen Verhalten dieses Werthes in dem Gebiete der Schallreize vermuthen sollen, dass innerhalb dieser Grenzen auch die Beziehung von R_m zu R_a und zu R_g eine analoge gewesen wäre. R_m zeigt aber bei den Licht- und Druckreizen keineswegs eine so ausgesprochene Uebereinstimmung mit dem arithmetischen Mittel, wie sie bei den Schallversuchen hervorgetreten ist.

3. Angell und Merkel.

Gegen Merkel's Versuche nach der Methode der mittleren Abstufungen erhob Angell[2]) einige Einwände. Zunächst wirft er Merkel vor, dass er die Anwendung der Methode der mittleren Abstufungen auf successive Reize als selbstverständlich betrachtet habe, obwohl die Veränderung in den Versuchsbedingungen, welche beim Uebergange von simultanen zu successiven Reizen eingeführt werde, erheblich sei. Grotenfelt[3]) habe ferner schon darauf hingewiesen, dass die Versuche nach der Methode der ebenmerklichen Unterschiede nicht in befriedigendem Einklang mit denjenigen der Methode der mittleren Abstufungen ständen, da die Ergebnisse der Methode der mittleren Abstufungen nur dann als eine Bestätigung des Weber'schen Gesetzes betrachtet werden könnten, wenn sie das geometrische Mittel ergäben.

1) Vergl. dazu noch unten S. 21.

2) Untersuchungen über die Schätzung von Schallintensitäten nach der Methode der mittleren Abstufungen. Philos. Stud. VII. S. 414 ff.

3) A. a. O. S. 104 ff.

Die neuen Versuche von Angell mit dem Wundt'schen Fallphonometer[1]) begannen mit einer regelmäßigen Abstufung des mittleren Reizes, wie sie Merkel angewandt hatte, wobei $R_1 : R_2$ im Verhältniss 1 : 2.5 bis 1 : 7 standen. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigten eine rohe Uebereinstimmung mit den Merkel'schen Resultaten, im Gegensatz zu diesen aber deutlich ausgeprägt, dass R_m bei kleinen Reizintervallen sich zwischen den nahe liegenden R_g und R_a bewegte, bei großen aber sich R_a näherte und dieses zuletzt überstieg[2]).

Um die Schätzungsabweichungen vom arithmetischen Mittel bei größeren Reizintervallen zu erklären, hatte Merkel theils eine Beurtheilungsweise »nach Verhältnissen« und theils Contrastwirkung herangezogen. Angell meint jedoch, »dass das Wort Contrast keine Erklärung der betreffenden Erscheinung in sich schließe, sondern nur ein Ausdruck für einen Thatbestand sei«. Ihm scheint es passender, eine sensorische Einstellung der sinnlichen Aufmerksamkeit bei Anwendung dieser Methode anzunehmen, welche die gleichen Schalllaute im Laufe einer Versuchsreihe stärker erscheinen und deshalb anders beurtheilen lasse. Außerdem schließt er noch, durch weitere Beobachtungen veranlasst, auf einen Einfluss von Erwartung und Gewöhnung. Es gelang ihm durch Experimente der Nachweis, dass eine Veränderung des Ausgangspunktes bei der Variirung des mittleren Reizes ohne Verringerung oder Vergrößerung der Stufenzahl auch eine Veränderung von R_m nach sich zieht: Den Ausgangspunkten 30—32—40 beispielsweise entsprechen die Mitten 36—40—49. Hierdurch war es möglich, je nach dem Ausgangspunkte des mittleren Reizes geometrisches, arithmetisches oder ein sonstiges Mittel zu erhalten.

Es gelang nun Angell, durch eine sorgfältige Berücksichtigung

---

1) Vergl. Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie. I⁴. S. 363 ff.

2) Wir glauben dieses abweichende Verhalten von R_m in den Angell'schen Tabellen nicht nur deshalb besonders betonen zu müssen, weil es sowohl Angell als auch Merkel (in seiner Replik) entgangen zu sein scheint, sondern auch aus dem Grunde, weil die obigen Ausführungen einen Zusammenhang der Methode der mittleren Abstufungen mit der Methode der doppelten Reize bei Merkel wahrscheinlich zu machen suchten, und weil unsere eigenen später mitzutheilenden Schallexperimente in dieser Hinsicht mit den Angell'schen und nicht mit den Merkel'schen übereinstimmen.

der aus diesen Controllversuchen abzuleitenden Urtheilsbedingungen auch bei regelmäßiger Abstufung von R_m solche Werthe desselben zu erhalten, die nicht nur untereinander in einer befriedigenden Uebereinstimmung standen, sondern auch für das untersuchte Verhältniss 1 : 4 unter Benutzung verschiedener absoluter Werthe der Reizintensitäten einen dem geometrischen Mittel naheliegenden Betrag erreichten.

Zur weiteren Sicherung dieses Resultats ging Angell sodann zu einer ganz unregelmäßigen Aenderung des mittleren Reizes über. Die Resultate, bei deren Gewinnung sich gleichfalls durchweg $R_1 : R_2 = 1 : 4$ verhielt, zeigen bei 2 Beobachtern eine große Uebereinstimmung von R_m mit dem geometrischen Mittel.

Angell's Einwürfe suchte Merkel[1]) zurückzuweisen. Gegen dessen Behauptung, er habe die Anwendbarkeit der Methode der mittleren Abstufungen auf successive Reize als selbstverständlich betrachtet, erwiderte er, dass er die hierbei auftretenden störenden Einflüsse durch den Wechsel der Zeitlage zu eliminiren suchte. Wenn weiter Angell die Resultate nach der Methode der mittleren Abstufungen nur dann mit denen nach der Methode der ebenmerklichen Unterschiede im Einklang stehend halte, wenn sie ein geometrisches Mittel aufweisen, so sei ihm das Ziel gewissermaßen vorgeschrieben gewesen, er hätte die geometrischen Mittel erhalten müssen.

Dass Angell durch Veränderung des Ausgangspunktes und der Stufengröße des variablen Reizes jedesmal auch die geschätzte Reizmitte beeinflusste, sodass sie jeden Werth und gelegentlich auch den des geometrischen Mittels annehmen konnte, sucht Merkel dadurch zu erklären, dass Angell bei der Variation des mittleren Reizes nicht vom Grenzreize ausging, sondern als Ausgangsreiz den nahm, welcher dem Reagenten jedesmal unzweifelhaft deutlich näher dem oberen bezw. unteren Grenzreize erschien. Diese Wahl unterliege bei wenig verschiedenen Grenzreizen einem doppelten Einfluss der Schwelle.

Angell's Versuche mit unregelmäßigen Aenderungen des mittleren Reizes machten aus folgenden Gründen eine Bestätigung nöthig:

1. »Sie erstrecken sich nur bis zum Reizverhältniss $\frac{R_2}{R_1} = 5$.«

1) Die Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung. 4. Abth. Philos. Stud. X. S. 210 ff.

2. »Der ganze Gang der sämmtlichen Versuche könnte die Reagenten mehr und mehr gewöhnt haben, nach gleichen Verhältnissen, anstatt nach gleichen Unterschieden zu urtheilen.«

3. »Bei unregelmäßigem Wechsel des mittleren Reizes wird man versucht, diesem die Aufmerksamkeit in besonderem Grade zuzuwenden.« Dadurch wird R_m überschätzt und muss natürlich verkleinert werden, um als Mitte erscheinen zu können.

An dieser Replik interessirt uns zunächst der Widerspruch von Merkel gegen die von Grotenfelt und Angell erhobene Forderung, dass das geometrische Mittel bei der Methode der mittleren Abstufungen allein als eine Bestätigung des Weber'schen Gesetzes angesehen werden dürfe. Diese Forderung ist in der That nur dann berechtigt, wenn man die ebenmerklichen Unterschiede als merklich gleiche aufzufassen hat. Da nun die Versuche von Merkel einer solchen Auffassung völlig entgegenstehen, indem sie trotz der für die Unterschiedsschwellen nachgewiesenen Constanz der relativen Unterschiedsempfindlichkeit das arithmetische Mittel schon bei kleinen, der Schwelle nahestehenden Intervallen zwischen den 2 Grenzreizen der Methode der mittleren Abstufungen ergaben, so ist es offenbar auf dem Boden dieser Versuche unerlaubt, die merkliche Gleichheit aller Unterschiedsschwellen zu behaupten. Die Constanz der relativen U.E. würde daher nach Merkel's Resultaten eine ganz verschiedene Bedeutung haben, je nachdem man sie auf ebenmerkliche oder auf übermerkliche Unterschiede bezieht.

Wenn Merkel ferner den wichtigen psychologischen Erörterungen von Angell über den Einfluss einer sensorischen Einstellung dadurch zu begegnen glaubt, dass er die Wahl des Ausgangspunktes für die Abstufung des mittleren Reizes urgirt, so dürfte sich der darin ausgesprochene Einwand gegen Angell's Verfahren wohl nicht als haltbar erweisen. Denn erstlich sind die von Angell benutzten Intervalle nirgends so klein gewesen, dass ein Einfluss der Schwelle sich besonders störend hätte geltend machen können. Zweitens ist für die Lage des Ausgangspunktes gerade nach den Versuchen von Angell ein gewisses Verhältniss zu der Größe der jeweiligen Intervalle zwischen den Grenzreizen maßgebend, und es erscheint sonach durchaus nicht zweckmäßig, den Ausgangspunkt, wie das Merkel bevorzugt, jedesmal mit dem oberen bezw. unteren der constanten Grenzreize am

Anfange der Abstufungen zusammenfallen zu lassen. Mehr als eine deutliche Abweichung von dem gesuchten Mittelwerth braucht für den Ausgangspunkt schon deshalb nicht verlangt zu werden, weil es nicht wünschenswerth ist, dass die Zahl der Stufen mit der Größe der Intervalle erheblich und regelmäßig wächst oder dass, um diesen Uebelstand zu vermeiden, die Stufen selbst übermerklich werden.

Auf den weiteren Einwand gegen Angell's Versuche, dass dessen Beobachter sich durch den ganzen Gang der Experimente gewöhnt haben dürften, eine Schätzungsweise nach Verhältnissen und nicht nach Unterschieden zu bevorzugen, ist bereits oben[1]) einiges Thatsächliche bemerkt worden. Insbesondere wurde bereits gesagt, dass von einem solchen Unterschiede in der Beurtheilung der dargebotenen Reize und Reizdifferenzen bei den in der Selbstbeobachtung geübten und den Akt ihrer Vergleichung mit einiger Sorgfalt beschreibenden und analysirenden Reagenten von Angell nichts zu spüren war. Die Prüfung der Methode der doppelten Reize, die den Versuchen nach der Methode der mittleren Abstufungen vorausging, wurde an ganz anderen Reagenten vorgenommen und konnte daher auch keinen Einfluss auf die Vergleichung der 3 Reize bei der zu zweit genannten Methode ausüben. Außerdem haben wir zwischen dem Verhältniss der Reizstrecken und demjenigen der Reize zu einander zu unterscheiden. Wenn Merkel meint, dass die Schätzung nach Verhältnissen das geometrische Mittel künstlich hervorgebracht habe, so hat er offenbar einen ganz anderen Begriff von Verhältnissen im Auge als Wundt, der, wie wir oben erwähnten[2]), ebenfalls auf eine Schätzung nach Verhältnissen das arithmetische Mittel der Merkel'schen Beobachtungen zurückführt. Die Gründe, die uns veranlassen, die Vermuthung von Wundt für wahrscheinlicher zu halten, sind bereits oben ausgesprochen worden.

Als eine Fehlerquelle, welche die Angell'schen Versuche nach der Methode der mittleren Abstufungen bei unregelmäßigem Wechsel von R_m getrübt haben könnte, macht Merkel ferner noch den Umstand geltend, dass sich die Aufmerksamkeit hier in besonderem Maße dem mittleren Reize zugewandt haben werde. Er setzt dabei ohne weiteres voraus, dass ein verhältnissmäßig so starker Schallreiz wie

1) Vergl. S. 16. 2) Vergl. S. 16.

der hier in Frage stehende durch einen höheren Grad der Aufmerksamkeit eine nicht unerhebliche Verstärkung erfahren habe. Von einer solchen Leistung der Aufmerksamkeit aber ist zur Zeit nichts bekannt, und die Ansichten über ihre Fähigkeit, eine Empfindung zu verstärken, gehen, wie man weiß, ziemlich weit auseinander. Es ist daher zum mindesten unvorsichtig, auf Grund einer so unsicheren Vermuthung die Resultate psychologischer Experimente deuten zu wollen, zumal wenn andere aus der unmittelbaren Beobachtung selbst abgeleitete psychologische Deutungen wie diejenigen von Angell schon vorliegen. Merkel's Annahme über die Function der Aufmerksamkeit wird jedoch noch durch eine weitere Ueberlegung in Frage gestellt. Der mittlere Reiz steht ja nicht nur bei unregelmäßiger, sondern auch bei regelmäßiger Abstufung als der variable den beiden constanten Grenzwerthen gegenüber. Die Consequenz verlangt daher, dass auch die regelmäßige Aenderung dem R_m für die Aufmerksamkeit einen wenn auch vielleicht nicht ganz so großen Vorzug vor den Grenzreizen gewähre. Es müsste somit schon bei Merkel's ursprünglichen Versuchen ebenso wie bei den früheren von Angell die subjective Verstärkung des mittleren Reizes sich geltend gemacht haben. Trotzdem sind die Resultate in beiden Fällen wesentlich verschieden von denen, die sich bei unregelmäßiger Aenderung ergaben. Zum Ueberfluss hat Merkel selbst, wie wir gleich erwähnen werden, einige Versuchsreihen mit unregelmäßiger Variirung von R_m durchgeführt, ohne seine R_m-Werthe dadurch in die gefährliche Nähe des geometrischen Mittels zu bringen. Endlich aber darf man nicht vergessen, dass es sich bei Angell durchweg um die unmittelbare Vergleichung von Strecken handelte. Bei einer solchen kann eine vorzugsweise Berücksichtigung eines Reizes durch die Aufmerksamkeit kaum hervortreten.

Den im Bisherigen besprochenen Einwänden von Merkel gegen die Versuche von Angell haben sich endlich noch besondere Experimente hinzugesellt, die namentlich die Aufgabe hatten, das Verfahren von Angell nachzuahmen und dadurch eine sachliche Prüfung seiner Resultate zu ermöglichen. Merkel erhielt zunächst bei Versuchen nach der Methode der richtigen und falschen Fälle die gleichen Ergebnisse wie früher nach der Methode der mittleren Abstufungen. Diese lassen sich offenbar mit der unregelmäßigen Variation bei

Angell nicht vergleichen. Aber auch die im Anschluss daran ausgeführte directe Nachahmung der Angell'schen Experimente lieferte eine völlige Uebereinstimmung mit Merkel's früheren Resultaten. Dazu ist jedoch zu bemerken, dass es wohl keine ganz glückliche Wahl genannt werden darf, wenn Merkel auch in diesem Falle als (einziger) Beobachter fungirte. Aus eigener Erfahrung kann ich sagen, dass man sich an eine gewisse Urtheilsweise nur zu leicht gewöhnt, und bei Merkel musste diese Gewöhnung nach den so zahlreichen vorausgegangenen Beobachtungen in hohem Maße vorhanden sein. Wenn er daher die Abweichung von den Angell'schen Ergebnissen durch »stärker angespannte Aufmerksamkeit oder dadurch, dass andere Ursachen als die Schallstärke allein bei Abgabe der Urtheile maßgebend waren«, erklären zu sollen glaubt, so wirkt das wohl nicht gerade überzeugend. Bei Angell haben zwei geübte Beobachter, die überhaupt nicht als Experimentatoren während der ganzen Untersuchung thätig gewesen waren, im wesentlichen übereinstimmende Aussagen abgegeben. Wie der eine von diesen aus eigener Erfahrung erklärt, war dabei die Gewinnung eines sichern Urtheils durch das von Angell angewandte Verfahren unregelmäßiger Variation nicht im mindesten erschwert. So erscheint denn Merkel's Annahme secundärer Urtheilskriterien und einer abnormen Anstrengung bei der Vergleichung der Reizstrecken als eine unzutreffende und willkürliche.

Immerhin bleibt ein beträchtlicher Unterschied objectiver Art zwischen Merkel's und Angell's Versuchen noch übrig. Es ist der vom ersteren bereits hervorgehobene Umstand, dass die Experimente von Angell sich über einen viel geringeren Umfang von Reizverhältnissen erstreckt haben. Während bei Merkel $R_1 : R_2$ von dem doppelten Betrage der Schwelle bis zu dem Verhältnisse 1 : 731 hinauf reichte, hat sich Angell auf Werthe beschränkt, welche das Verhältniss 1 : 7 nicht übersteigen, und bei den entscheidenden Versuchen gar nur als äußerste Grenze 1 : 4½ benutzt. Wie wir später sehen werden, ist jedoch die Entfernung der Grenzreize für die hier zu erwartenden Resultate keineswegs gleichgültig. Darum ist auch von diesem Gesichtspunkte aus eine neue experimentelle Prüfung des in dem Titel unserer Arbeit angedeuteten Thatbestandes nothwendig.

Aus der letzten Arbeit von Merkel seien noch die interessanten

Erörterungen über den Einfluss der Zeitfolge hervorgehoben[1]). Er vermuthet, dass sich dieser Einfluss durch die Umkehr der Reihenfolge der 3 Reize nicht einfach eliminiren lasse. Beim aufsteigenden Verfahren ($R_1 R_m R_2$) lagen die Werthe dem arithmetischen Mittel ganz nahe, beim absteigenden dagegen wesentlich tiefer. Die hier obwaltenden Momente fasst er unter dem Begriff einer Nachwirkung zusammen, die ebenso wie die schon früher vermuthete Contrastwirkung meist innerhalb der Schwelle liegen und daher experimentell nicht nachweisbar sein sollen[2]). Bei dem absteigenden Verfahren würden diese beiden Factoren etwa in der Weise zur Geltung kommen, dass R_1 (durch Contrast) schwächer, R_m dagegen (durch Nachwirkung) stärker erscheint, was eine tiefere Lage des letzteren nach R_g zu zur Folge haben müsse. Bei dem aufsteigenden Verfahren würde ein Einfluss der Nachwirkung nicht vorhanden sein und somit R_m einen höheren Werth erreichen. Sicherlich bedürfen auch diese Einflüsse noch einer genaueren Untersuchung, insbesondere wird der Begriff der Nachwirkung seinem eigentlichen Inhalte nach präciser bestimmt werden müssen.

4. Theoretische Folgerungen.

Als einen theoretischen Beitrag zur Klärung unseres Problems haben wir eine interessante Arbeit von Ludwig Lange[3]) zunächst zu erwähnen. Von einer Kritik Fechner's ausgehend, findet er das Maßprincip der Empfindungen in dem Verhältnisse $e : E = m : n$, wobei $e < E$ zwei Empfindungsintensitäten, und $m < n$ die Anzahlen der ihnen entsprechenden unter sich gleichen Intensitätsstufen darstellen, durch die sie von dem Nullwerth der Empfindung getrennt sind. Die Größe dieses Verhältnisses aufzusuchen, ist Sache der besonderen Maßmethode, und zwar wählt die Methode der Minimaländerungen hiezu den ebenmerklichen, diejenige der mittleren Abstufungen dagegen einen beliebigen Empfindungsunterschied als

1) Philos. Stud. X. S. 239.

2) A. a. O. S. 383.

3) Ueber das Maßprincip der Psychophysik und den Algorithmus der Empfindungsgrößen. Philos. Stud. X. S. 125 ff.

Sprossenweite. Hier drängt sich nun die Frage auf, ob das zu gewinnende Resultat unabhängig davon ist, was für eine fundamentale Sprossenweite man anwendet.

Der »gesunde Menschenverstand« ist geneigt, dies zu bejahen, da es auf den andern (physikalischen) Maßgebieten allgemein feststeht, dass die Entscheidung der Gleichheit zweier Größen von dem Betrage der fundamentalen Sprossenweite, d. h. der Einheit, unabhängig ist. Da aber alle Maßbestimmungen der Physik in letzter Linie auf die Maßbestimmungen im Gebiete des linearen Raumes zurückgehen, so beruht der Nachweis der Gleichheit physikalischer Größen im Princip auf der Deckung nach einander folgender Theilpunkte. »Theilpunkte oder etwas ihnen Analoges kann es aber nur bei extensiven und nicht bei intensiven Größen geben, wie es doch die Empfindungen sind; und die Vergleichung zweier Empfindungen beruht gar nicht auf dem Princip einer eigentlichen Deckung, sondern hat vielmehr den Charakter einer unmittelbaren Schätzung nach Art des Augenmaßes. Niemals wird es daher gelingen, eine apriorische Deduction des Satzes zu liefern, dass die Beurtheilung der Gleichheit zweier Empfindungsunterschiede von der Sprossenweite unabhängig sei.

Wo die apriorische Deduction versagt, zieht man allgemein die Erfahrung zu Rathe. Dementsprechend würde es nun der Gegenstand einer experimentellen Untersuchung sein, ob nicht der im Gebiete der mathematisch-physikalischen Größen streng aus dem dort geltenden Begriff der Gleichheit zu deducirende Satz auf das Gebiet der Empfindungsgrößen wenigstens auf Grund von Erfahrungen übertragen werden kann.

Untersuchungen eigens in diesem Sinne sind wie bekannt noch nicht angestellt worden.« Doch scheint es nach beiläufig von anderer Seite, besonders von Merkel gefundenen Thatsachen entschieden, als ob jene Uebertragung zum mindesten nicht auf allen Empfindungsgebieten gestattet wäre. Das Resultat hiervon ist aber, dass bei den Empfindungen nicht so ohne weiteres von einem bestimmten numerischen Verhältniss geredet werden kann, sondern nur unter Angabe der zu Grunde gelegten Sprossenweite. Träfe man hier auch eine »Convention, den ebenmerklichen Unterschied als Sprossenweite einzuführen, so wäre es doch eine höchst missliche

Thatsache, dass die beiden zufolge dieser Convention als gleich groß zu bezeichnenden Unterschiede $e_3 - e_2$ und $e_2 - e_1$, für sich betrachtet verschieden groß erscheinen können«. Diese Thatsache würde den ganzen wissenschaftlichen Werth aller Verhältnissbestimmungen in ein äußerst problematisches Licht stellen.

»Es dürfte in diesem Falle wohl besser sein, auf derartige Messungen überhaupt zu verzichten.« Dennoch wird darum eine psychophysische Behandlung dieses Gebietes nicht unmöglich. Wichtig bleibt es immer, Fundamentalgesetze wie das Weber'sche und Zahlenbeziehungen für Empfindungsunterschiede, welche erheblich über der Grenze des Ebenmerklichen liegen, festzustellen. Unzulässig wäre nur die Formulirung eines allgemeinen Beziehungsgesetzes $e = \varphi(r)$ oder überhaupt die Anwendung des gewöhnlichen Größenbegriffs.

Die hier mitgetheilten Erörterungen von Lange beruhen, wie man sieht, auf der Voraussetzung, dass sich die ebenmerklichen Unterschiede als gleiche Stufen betrachten lassen, die einer Messung von Empfindungsgrößen ebenso als Einheiten zu Grunde gelegt werden dürften, wie die Längeneinheit bei der Messung beliebiger Raumstrecken. Die Schwierigkeit, vor die sich Lange gestellt sieht, besteht demnach nur darin, dass zwei aus einer gleichen Anzahl von Unterschiedsschwellen zusammengesetzt zu denkende übermerkliche Empfindungsstrecken nicht einander gleich erscheinen. Aber jene Voraussetzung ist ja zunächst eine durchaus problematische. Wollte man daher die Merkel'schen Versuche als den zuverlässigen Ausdruck der im Gebiete der Empfindungsmessung bestehenden Verhältnisse oder Missverhältnisse ansehen, so müsste man wohl zunächst auf den Gedanken kommen, dass die ebenmerklichen Unterschiede gerade nicht als gleich groß zu betrachten seien und somit keine Maßeinheit für die Empfindungen abzugeben vermöchten. Dieses Resultat liegt um so näher, wenn man erwägt, dass Merkel[1]) schon bei ganz geringen Unterschieden übermerklicher Art eine ausgesprochene Abweichung von der für die Schwellen gefundenen Gesetzmäßigkeit erhalten hat. Lange's Folgerung würde nur dann eine gewisse innere Wahrscheinlichkeit zugesprochen werden können, wenn sich eine einigermaßen stetige Entfernung von der vorausgesetzten Gleichheit

1) Vergl. S. 14.

der Unterschiedsschwellen mit dem Wachsthum der verglichenen Unterschiede herausgestellt hätte, etwa in der Form einer allmählichen Annäherung von R_m an R_a bei zunehmender Größe der Intervalle zwischen den Grenzreizen. Da ein solches Verhalten in Merkel's Versuchen keineswegs hervorgetreten ist, so legen diese vielmehr die Annahme nahe, dass die Unterschiedsschwellen keine merklich gleichen Unterschiede sind. Eine solche Annahme ist aber auch für den eben bezeichneten Fall eines Wachsthums der zwischen R_g und R_m bestehenden Abweichung plausibler, als die von Lange geforderte Revision des Größenbegriffs, die doch nur als eine ultima ratio angesehen werden dürfte, wenn alle anderen Auswege sich ungangbar erweisen sollten.

In diesem Sinne ist daher auch noch auf eine Möglichkeit hinzuweisen, die vor der Zuflucht zu einem neuen Größenbegriff und Maßverfahren eine besondere Erörterung verdient.

Die Kritik der Merkel'schen Versuche hat uns nämlich gezeigt, dass sie einer Nachprüfung bedürftig sind. Man ist daher nicht berechtigt, sie als die empirische Basis für derartige weitgehende theoretische Schlüsse wie diejenigen Lange's zu verwerthen. Es muss vielmehr von weiteren mannigfach variirten Untersuchungen erst eine sichere experimentelle Grundlegung für solche fundamentalen Bestimmungen über die Anwendung des Größenbegriffs auf dem Gebiet der psychischen Vorgänge abgewartet werden.

Endlich aber ist bei der Ueberlegung der hier in Betracht kommenden Möglichkeiten noch ein Punkt nicht zu übersehen. Fände sich z. B., dass ein Wachsthum des Intervalls zwischen den Grenzreizen auf die Lage des R_m einen Einfluss in dem Sinne übt, wie wir ihn kurz vorher bezeichnet haben, so würde sich auch noch die Frage erheben, ob nicht bei der Methode der mittleren Abstufungen Factoren auftreten, die die Vergleichung der gegebenen Unterschiede in einer für diese Methode charakteristischen Form bestimmen. Abweichungen von einer theoretisch geforderten Größengleichheit brauchen ja nicht lediglich darin begründet zu sein, dass diese Gleichheit thatsächlich nicht besteht, sondern können auch daraus abgeleitet werden, dass die Vergleichung durch den Einfluss subjectiver Umstände andere Resultate als die erwarteten ergeben hat. Nur wenn sich gar keine solche Erklärung für die empirisch gefundenen Abweichungen sollte

entdecken lassen, würde man gezwungen sein, eine Modification des sonst geltenden Größenbegriffs für die Empfindungen anzustreben.

Wir sind gewiss weit entfernt davon, allen den hier hervorgehobenen Möglichkeiten gleiche Bedeutung beizumessen. Aber sie alle lassen doch erkennen, dass jede von ihnen in Betracht gezogen werden muss, bevor man zwei grundverschiedene Größenbegriffe zugesteht. Es ist zweifellos wahrscheinlicher, dass die Unterschiedsschwellen keine merklich gleichen Unterschiede sind, oder dass die Merkel'schen Versuche keine tragfähige Basis für theoretische Erörterungen principieller Art bilden, oder dass besondere Urtheilseinflüsse die Resultate der Unterschiedsvergleichung von der ihnen sonst zukommenden Richtung ablenken, als dass die Größenmessung auf psychologischem Gebiet eine andere Bedeutung habe als auf physikalischem. Es genügt, an dieser Stelle gezeigt zu haben, dass die geistreichen Ausführungen von Lange uns einen Gesichtspunkt in der uns interessirenden Frage dargeboten haben, der nur in letzter Linie in Betracht kommen kann und der sich a priori durchaus nicht empfiehlt.

Aus den Erörterungen von Meinong über die Bedeutung des Weber'schen Gesetzes heben wir für unser Problem nur die lichtvolle Behandlung der Begriffe Unterschied, Verschiedenheit und Merklichkeit hervor[1]). Es erschien uns für unseren Zweck nicht nothwendig, den geläufigen Begriff des ebenmerklichen Unterschieds durch den von Meinong vorgeschlagenen der ebenmerklichen Verschiedenheit zu ersetzen. Dagegen hat er unbestreitbar Recht, wenn er darauf hinweist, dass der Begriff des Ebenmerklichen keine Größenbestimmung für den betreffenden Unterschied in sich schließe, und dass auch für den Merklichkeitsgrad aus der Angabe, dass etwas ebenmerklich sei, keine auch nur einigermaßen scharfen Grenzen gezogen werden.

Diese Resultate einer Begriffsanalyse vervollständigen noch das Bild des schwankenden Bodens, auf dem wir uns in den Grundfragen der Psychophysik trotz aller theoretischen und experimentellen Bemühungen zur Zeit noch bewegen. Dadurch dürfte zur Genüge eine Rechtfertigung für das Unternehmen erbracht sein, mit Hülfe neuer,

---

1) A. a. O. S. 120 f., 265 f.

freilich keineswegs erschöpfender Beiträge dem Probleme der Bedeutung von ebenmerklichen Unterschieden näher zu treten. Diese Beiträge beschränken sich auf Helligkeiten und Schallintensitäten. Ein Versuch, die für unsere Frage besonders interessante Vergleichung von Raumgrößen gleichfalls heranzuziehen, ist leider vorläufig an gewissen, die Raumschätzung beeinträchtigenden Schwierigkeiten gescheitert.

II. Experimenteller Theil.

1. Versuche mit Lichtreizen.

a. Versuchsanordnung.

Zur Untersuchung wurde eine aus 49 Stücken bestehende Scala von farblosen Papieren benützt, deren Helligkeiten zwischen einem nicht sehr dunklen Schwarz und einem dunkleren Grau lagen, die sich photometrisch etwa wie 1 : 3 zu einander verhalten[1]). Die einzelnen Stücke hatten die Größe 1,8 : 4,5 cm. Die physikalischen Lichtintensitäten der 49 Helligkeitsstufen waren so hergestellt, dass in fast allen Fällen mindestens zwei, meistens mehrere in der Scala benachbarte Papiere subjectiv gleich erschienen. Die Papiere erwiesen sich bei sorgfältiger Behandlung und regelmäßiger Aufbewahrung im Dunkeln als äußerst haltbar und konnten über lange Zeiträume hin verwendet werden.

Zwei oder drei von diesen Papierchen wurden bei der Beobachtung in gleichen und kleinen Abständen voneinander auf ein mit weißem oder schwarzem Carton bedecktes Tischchen gelegt und mit einer reinen rechteckigen Glasplatte von der Größe 17 : 21 cm bedeckt, um vollkommene Glätte und gleichmäßige Versuchsbedingungen zu sichern. Es wurde unter den nämlichen örtlichen Verhältnissen und zur gleichen Tageszeit experimentirt.

---

1) Ueber die Herstellung dieser Papiere vergl. Marbe, Neue Methode zur Herstellung homogener grauer Flächen von verschiedener Helligkeit. Zeitschrift für Psychologie. XII. S. 62f. Dieselben sind durch Herrn Mechaniker E. Zimmermann, Leipzig, Emilienstr. 21, zu beziehen. Die photometrische Messung wurde von Herrn Prof. Zehnder im Physikalischen Institut der Universität Würzburg in liebenswürdigster Weise ausgeführt.

Bei den Untersuchungen nach der Methode der ebenmerklichen Unterschiede legte der Beobachter die Papierchen (No. 1—49) nach den Nummern geordnet vor sich auf ein Häufchen, nahm das oberste (No. 1) als Normalreiz links, das zweite (No. 2) als Vergleichsreiz rechts und drückte die Glasplatte fest darauf. Dann wurden zur Berücksichtigung des Fehlers der Raumlage beide Papiere vertauscht. Das Urtheil, dass der Vergleichsreiz sich vom Normalreiz unterscheide, wurde nur dann abgegeben, wenn in beiden Lagen ein Unterschied merklich war. War dies der Fall, so bildete dieser Reiz den Ausgangspunkt zum Aufsuchen des nächsten. Dieses Verfahren wurde bis zum Ende der Reizscala fortgesetzt. Die ausgewählten Papiere stellten nun eine Scala ebenmerklicher Unterschiede dar. Diese ebenmerklichen Unterschiede wurden durch je 2 Reiznummern begrenzt, die wir als Stufen bezeichnen. An dieses von No. 1 zu 49 aufsteigende Verfahren reihte sich stets ein von No. 49 zu 1 absteigendes an.

Diese Methode ist nicht identisch mit der von Wundt[1]) als Methode der Minimaländerungen geschilderten. Während die von uns angewandte Methode die Unterschiedsschwelle nur durch einen entweder aufsteigenden oder absteigenden Gang bestimmt, gewinnt Wundt sie aus dem arithmetischen Mittel beider. Wie man sieht, ist unser Verfahren die von Müller[2]) sogenannte Methode der ebenmerklichen Unterschiede, wobei wahrscheinlich die erhaltenen Differenzen sämmtlich um einen gewissen Betrag größer sind als die nach der Methode der Minimaländerungen bestimmten Unterschiedsschwellen. Da es sich für unsere Zwecke aber nicht um die genaue Feststellung der Unterschiedsschwellen, sondern um die Vergleichung dieser mit übermerklichen Unterschieden handelt, so bedeutet diese aus praktischen Gründen gewählte Abkürzung des Verfahrens keine Beeinträchtigung unserer Ergebnisse.

Bei den Untersuchungen nach der Methode der übermerklichen Unterschiede wurden 2 Normalreize unter die Platte gelegt und aus der Zahl aller zur Wahl bereit liegenden, aber durcheinander gemischten Papiere die Mitte zwischen beiden, die auch in der räum-

---

1) Grundzüge der physiologischen Psychologie I⁴. S. 336 f., 341 ff.
2) Zur Grundlegung der Psychophysik. S. 56 ff.

lichen Anordnung die mittlere Stelle angewiesen erhielt, herausgesucht. Auch hier wurde durch Auswechslung der beiden Normalreize der Fehler der Raumlage eliminirt.

Wie die Methode der ebenmerklichen Unterschiede unterscheidet sich auch die der übermerklichen von der durch Wundt[1]) als Methode der mittleren Abstufungen bezeichnete. Während wir die Mitte zwischen beiden Grenzreizen frei wählen ließen, findet sie Wundt durch stufenweises Auf- und Absteigen zwischen beiden und Bestimmung des arithmetischen Mittels aus den erhaltenen Werthen. Aus den nämlichen Gründen wie oben bedeutet aber auch diese Abkürzung keine Beeinträchtigung unserer Versuchsergebnisse.

Der Grund, weshalb wir bei unserem Versuchszweck eine solche Abkürzung des Verfahrens in beiden Fällen anstreben mussten, besteht darin, dass die bei Tageslicht durchgeführten Experimente möglichst unabhängig von den Schwankungen der Beleuchtungsintensität erhalten werden sollten. Es empfahl sich daher, in einer und derselben Versuchsstunde nicht nur die Bestimmung der ebenmerklichen Differenzen, sondern auch die auf dieser Grundlage sich erhebende Vergleichung von übermerklichen Unterschieden zu erledigen. Als einen nicht zu unterschätzenden Vortheil unseres Verfahrens der Bestimmung von R_m glauben wir auch noch den Umstand hervorheben zu dürfen, dass die Wahl des mittleren Reizes völlig unwissentlich vor sich ging und bei der größeren Zahl der zur Verfügung gestellten Objecte größere Mühe und Aufmerksamkeit erforderte. Im übrigen spricht wohl die geringe mittlere Variation der aus den einzelnen Versuchsreihen berechneten Mittelwerthe für die Brauchbarkeit unserer Modification der bekannten Methoden.

Als Versuchspersonen beobachteten Herr Prof. Dr. Külpe (K.), Herr Privatdoc. Dr. Marbe (M.) und ich (A.).

b. Ergebnisse.

Um das Verhältniss beider Methoden zu untersuchen, mussten die Versuchspersonen zunächst einmal auf weißer und einmal auf schwarzer Grundlage nach der Methode der ebenmerklichen Unterschiede aus der Scala No. 1—49 eine Reihe ebenmerklicher

1) A. a. O. S. 337, 344 f.

Differenzen herstellen. In dieser lässt sich eine Stufe M ermitteln, welche von den beiden Endstufen durch gleiche Stufenzahl getrennt ist. Bei ungerader Stufenzahl wird sie durch die in der Mitte liegende Stufe repräsentirt. Bei gerader Stufenzahl wurde dasjenige Papierchen als mittleres betrachtet, dessen Nummer zwischen den beiden in der gefundenen Scala der gesuchten Mitte zunächst liegenden Stufen sich befand. Durch Wahl wurde hierauf nach der Methode der übermerklichen Unterschiede jene Stufe R_m gesucht, welche subjectiv für die Mitte gehalten wurde. Die Wiederholungen gleicher Versuche waren bei allen Versuchspersonen durch längere Zeiträume getrennt.

In den folgenden Tabellen bedeuten St. die in der Ordnung der Papiere durch Nummern bezeichneten Stufen, von denen je zwei benachbarte einen ebenmerklichen Helligkeitsunterschied begrenzen, $Z.$ die Zahl dieser Stufen, M ihren mittelsten Werth, durch den gleichviel Stufen nach oben und nach unten zu begrenzt werden, endlich R_m die durch Wahl bestimmte mittlere Grenze zwischen zwei übermerklichen für gleich gehaltenen Unterschieden. In den Tabellen sind nicht aufgenommen die ersten Reihen von A., die nur den Charakter von Vorversuchen hatten.

Die Tabellen zeigen zunächst, dass die Stufenzahl weder vom auf- und absteigenden Verfahren, noch von der weißen oder schwarzen Grundlage in irgend einer gesetzmäßigen Weise abhängt. Vielmehr stimmen in den meisten Fällen die Resultate für die einzelnen Beobachter gut miteinander überein.

Noch viel größer und individuell kaum nennenswerthe Unterschiede darbietend ist die Uebereinstimmung der unter M aufgeführten Ergebnisse ausgefallen, so dass die mittlere Stufe bei unseren Versuchen als ein von der Stufenzahl, von der Richtung des Verfahrens und von der Individualität der Beobachter unabhängiger Werth gelten darf.

Dagegen treten in der Rubrik R_m bemerkenswerthe Abweichungen auf. Die Beobachter lassen sich nämlich in dieser Beziehung in 2 Gruppen sondern. Bei den Beobachtern M. und A. weicht R_m um eine erhebliche Anzahl Stufen nach dem helleren Grenzreiz zu von M ab. Der Beobachter K. hingegen wählt R_m mit auffälliger Sicherheit übereinstimmend mit der mittleren Stufe.

Tabelle II.

Auf weifser Grundlage.

Beobachter	St.	Z.	M	R_m
K.	1, 3, 6, 12, 14, 18, 24, 27, 34, 37, 39, 42, 44, 49	14	25,5	24
	49, 48, 44, 42, 39, 36, 26, 23, 19, 17, 15, 10, 5, 3, 1	15	23	25,5
	1, 5, 6, 9, 11, 13, 16, 20, 25, 27, 30, 37, 39, 40, 44, 46, 48	17	25	25
	48, 45, 43, 39, 37, 34, 27, 25, 21, 19, 15, 11, 9, 7, 5, 1	16	23	
M.	1, 3, 6, 8, 11, 12, 15, 17, 18, 20, 22, 25, 27, 28, 29, 34, 37, 39, 40, 43, 45, 48, 49	23	25	35,5
	49, 48, 47, 42, 39, 37, 35, 28, 26, 25, 21, 20, 17, 16, 15, 10, 7, 5, 2	19	25	33,2
	1, 4, 6, 10, 12, 16, 18, 20, 25, 26, 27, 29, 34, 37, 38, 40, 41, 43, 45, 47, 48	21	27	28,3
	49, 48, 47, 44, 43, 41, 39, 37, 36, 33, 28, 26, 24, 20, 19, 16, 13, 12, 11, 9, 8, 5, 3	23	26	34,7
	1, 6, 10, 12, 15, 18, 22, 26, 28, 33, 37, 39, 41, 43, 46, 48	16	27	39
	49, 48, 47, 44, 42, 39, 37, 35, 32, 29, 26, 24, 20, 19, 15, 12, 11, 9, 7, 3, 1	21	26	
A.	1, 4, 9, 12, 15, 17, 20, 26, 27, 31, 35, 38, 40, 44, 46	15	26	34
	49, 47, 44, 40, 38, 35, 26, 24, 19, 12, 9, 7, 4, 3, 1	15	24	
	1, 4, 9, 11, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 37, 40, 43, 46	15	24	34
	49, 48, 45, 42, 37, 33, 27, 24, 19, 14, 10, 6, 1	13	27	35
	1, 6, 10, 14, 21, 24, 27, 31, 35, 37, 40, 43, 46	13	27	33
	49, 48, 45, 43, 41, 37, 35, 26, 24, 19, 12, 10, 7, 5, 1	15	26	37

Tabelle III.

Auf schwarzer Grundlage.

Beobachter	St.	Z.	*M*	R_m
K.	1, 4, 8, 9, 11, 13, 17, 20, 24, 27, 31, 37, 39, 40, 43, 45, 48	17	24	25
	48, 47, 43, 39, 36, 27, 26, 24, 19, 15, 11, 9, 8, 5, 1	15	24	
M.	1, 4, 8, 11, 17, 20, 23, 27, 32, 35, 37, 39, 41, 43, 48	15	27	37
	48, 46, 43, 41, 39, 37, 35, 32, 27, 25, 21, 16, 10, 8, 4, 1	16	29,5	
A.	1, 7, 10, 14, 20, 27, 33, 39, 42, 44, 46	11	27	36
	48, 47, 44, 41, 38, 35, 26, 23, 19, 11, 8, 4, 1	13	26	

Tabelle IV.

Beobachter	Z.		*M*		R_m	
	A. M.	m. V.	A. M.	m. V.	A. M.	m. V.
K.	16	0,9	24	0,8	25	0,4
M.	19	2,7	27	1,1	35	2,6
A.	14	2,5	26	1,4	35	1,2

Angesichts dieses Befundes schien es wünschenswerth, durch eine directe Vergleichung zu ermitteln, wie die durch die beiden Grenzreize und das zwischen sie gelegte M gebildeten Reizunterschiede eigentlich beurtheilt werden. Um dies zu untersuchen und um insbesondere über den individuellen Unterschied zwischen den Beobachtern M. und A. einerseits und K. andererseits Klarheit zu erhalten, wählten wir folgende Versuchsanordnung. Die Versuchspersonen mussten ein Urtheil darüber abgeben, ob sie den Reizunterschied zwischen der ersten und mittelsten Stufe M für kleiner, gleich oder größer hielten als den Reizunterschied zwischen der mittelsten M und letzten, den der zweiten und mittelsten M für kleiner, gleich oder größer als den der mittelsten und vorletzten u. s. w. Durch Wahl wurde dann nach der Methode der übermerklichen Unterschiede je zwischen der ersten und letzten, zweiten und vorletzten Stufe u. s. w. jene Stufe R_m gesucht, welche subjectiv für die mittelste gehalten wurde. Die hierbei durch Wahl bestimmten Werthe von R_m liefern zugleich eine Ergänzung zu den in Tabelle II—IV mitgetheilten Ergebnissen. Wie man sieht, stimmen die für die größten verglichenen Unterschiede auf's neue gewählten R_m für die einzelnen Beobachter auf das beste mit den früher gefundenen überein. Es bedeuten in den folgenden Tabellen D_u und D_o die beiden Reizunterschiede in der Richtung zum Schwarz und zum Weiß, während U das Urtheil bezeichnet, welches auf Grund der angegebenen Vergleichung zwischen D_u und D_o gefällt wurde. Die Zeichen $<$, $=$, $>$ beziehen sich hierbei ihrer Stellung nach auf D_u im Verhältniss zu D_o.

Die folgenden Tabellen ergeben, dass die Beobachter M. und A. den Reizunterschied D_u für kleiner halten als D_o, M also, wie zu erwarten stand, dem dunkleren Grenzreiz näher empfinden als dem helleren. K. hingegen hält den Reizunterschied D_u gleich D_o, empfindet also M als subjective Mitte wie R_m. Das Interessanteste aber ist, dass M. und A. mit der Abnahme der zur Vergleichung gegenübergestellten Reizunterschiede dieselben immer weniger verschieden und zuletzt als gleich beurtheilen. Die Aussagen der beiden Versuchspersonen lauteten, was in den Zeichen nicht hervortreten konnte, dass das $<$ bei den großen Unterschieden einen größeren Werth besitze als bei den kleineren Unterschieden. Diese Aussagen empfingen durch die Bestimmung von R_m im allgemeinen ihre volle

Tabelle V.

Auf weifser Grundlage.

Beobachter	D_u		U	D_o		R_m
K.	1	25	=	25	48	25
	5	25	=	25	46	25
	6	25	=	25	44	25
	9	25	=	25	40	25
	11	25	=	25	39	26
	13	25	=	25	37	25
	16	25	=	25	30	25
	20	25	=	25	27	—
M.	1	27	<	27	48	39
	6	27	<	27	46	37
	10	27	<	27	43	32
	12	27	<	27	41	27
	15	27	=	27	39	30
	18	27	=	27	37	31
	22	27	=	27	33	30
A.	1	26	<	26	46	34
	4	26	<	26	44	31
	9	26	<	26	40	32
	12	26	<	26	38	26
	15	26	=	26	35	25
	17	26	=	26	31	26
	20	26	=	26	27	25

Tabelle VI.

Auf schwarzer Grundlage.

Beobachter	D_u		U	D_o		R_m
K.	1	24	=	24	48	25
	4	24	<	24	45	24
	8	24	<	24	43	23
	9	24	<	24	40	26
	11	24	<	24	39	22
	13	24	<	24	37	26
	17	24	<	24	31	25
	20	24		24	37	—
M.	1	27	<	27	48	37
	4	27	<	27	43	34
	8	27	<	27	41	30
	11	27	<	27	39	33
	17	27	=	27	37	28
	20	27	=	27	35	26
	23	27	=	27	32	26
A.	1	27	<	27	46	36
	7	27	<	27	44	36
	10	27	<	27	42	34
	14	27	=	27	39	27
	20	27	=	27	33	27

numerische Bestätigung. K. aber hält D_u und D_o auf weißer Grundlage immer für gleich, auf schwarzer dagegen, von dem ersten Falle abgesehen, D_u regelmäßig für kleiner als D_o. Da jedoch das Urtheil $<$ bei K. durch die nebenher bestimmten Werthe für R_m gar keine Bestätigung erhalten hat, so werden wir auf dieses Ergebniss keinen großen Werth zu legen haben. Vielleicht würde K. erst bei größeren

Reizunterschieden, die uns nicht mehr zur Verfügung standen, in der gleichen Weise wie M. und A. geurtheilt haben.

Für diese Vermuthung geben weitere Versuche, die wir angestellt haben, einen gewissen Anhalt. Zu diesen Versuchen wurden wir durch folgende Ueberlegungen veranlasst. Die bisherigen Ergebnisse zeigen offenbar bei den beiden Beobachtern M. und A. eine Abhängigkeit des R_m von der Größe oder von der Lage der verglichenen Reizunterschiede oder endlich von beiden Factoren. In den Tabellen V und VI sind zwar D_u und D_o kleiner geworden, aber da sie sich um denselben mittleren Grenzwerth M schaarten, hat sich damit zugleich auch ihre Lage insofern geändert, als die beiden äußeren Grenzreize einander näher gerückt sind. Es erhebt sich daher die Frage, welcher von diesen beiden Umständen der bedeutungsvollere ist. Eine solche Frage kann natürlich innerhalb der von uns benutzten Reizscala nur in beschränktem Umfange beantwortet werden. Wir mussten versuchen, die Einheit des mittleren Grenzreizes aufzugeben und zwei Reizunterschiede miteinander zu vergleichen, deren jeder durch andere Grenzreize gebildet wurde. Nur auf diese Weise konnten wir hoffen, über den Einfluss der Lage neben demjenigen der Größe des Reizunterschiedes einen gewissen Aufschluss zu erhalten.

Wollte man aber die Versuche in dieser Form durchführen, indem man D_u und D_o so wählte, dass sie in unserer Reizscala möglichst weit voneinander abstanden, und dann in ihrer Größe variirte, so musste eine größere Veränderung in der Lage der Papierchen mit Rücksicht auf die neuen möglichen Contrastverhältnisse durchgeführt werden. Während bei gleichbleibendem mittleren Reiz nur eine Umstellung von R_1 und R_2 erforderlich war, galt es hier vier verschiedene Combinationen zu berücksichtigen, indem R_1 und R_2 bezw. R_3 und R_4 in ihrer gegenseitigen Stellung vertauscht werden mussten. Darum sind in den nachfolgenden Tabellen VII und VIII für je 2 Reizunterschiede 4 Anordnungen und entsprechend 4 Urtheile angegeben worden. Eigentlich hätten 8 Combinationen gewählt werden müssen, da auch die beiden Reizpaare in ihrer Lage hätten verändert werden können. Da es nicht anzunehmen war, dass sich durch eine solche Vervielfachung der Fälle ein anderes Resultat herausgestellt hätte, so glaubten wir mit Rücksicht auf die Dauer der ganzen Reihe von dieser Complication absehen zu dürfen.

Tabelle VII.

Auf weifser Grundlage.

Beobachter				
K.	1 5 ? 46 48	5 1 ? 46 48	5 1 < 48 46	1 5 < 48 46
	1 6 ? 44 48	6 1 > 44 48	6 1 < 48 44	1 6 < 48 44
	1 9 < 40 48	9 1 > 40 48	9 1 < 48 40	1 9 < 48 40
	1 11 < 39 48	11 1 > 39 48	11 1 < 48 39	1 11 < 48 39
	1 13 < 37 48	13 1 > 37 48	13 1 = 48 37	1 13 < 48 37
	1 16 < 30 48	16 1 > 30 48	16 1 < 48 30	1 16 < 48 30
	1 20 < 27 48	20 1 > 27 48	20 1 < 48 27	1 20 < 48 27
	1 25 = 25 48			
M.	1 4 = 43 48	4 1 = 43 48	4 1 < 48 43	4 1 < 48 43
	1 8 < 41 48	8 1 = 41 48	8 1 < 48 41	8 1 < 48 41
	1 11 = 39 48	11 1 > 39 48	11 1 < 48 39	11 1 < 48 39
	1 17 < 37 48	17 1 = 37 48	17 1 < 48 37	17 1 < 48 37
	1 20 < 35 48	20 1 = 35 48	20 1 < 48 35	20 1 < 48 35
	1 23 < 32 48	23 1 < 32 48	23 1 < 48 32	23 1 < 48 32
	1 27 < 27 48			
A.	1 4 = 44 46	4 1 = 44 46	4 1 = 46 44	1 4 = 46 44
	1 9 = 40 46	9 1 = 40 46	9 1 < 46 40	1 9 < 46 40
	1 12 = 38 46	12 1 > 38 46	12 1 < 46 38	1 12 < 46 38
	1 15 < 35 46	15 1 > 35 46	15 1 < 46 35	1 15 < 46 35
	1 17 < 31 46	17 1 > 31 46	17 1 < 46 31	1 17 < 46 31
	1 20 < 27 46	20 1 > 27 46	20 1 < 46 27	1 20 < 46 27
	1 26 < 26 46			

Tabelle VIII.

Auf schwarzer Grundlage.

Beobachter				
K.	1 4 = 45 48	4 1 = 45 48	4 1 < 48 45	4 1 < 45 48
	1 8 ? 43 48	8 1 > 43 48	8 1 < 48 43	8 1 < 43 48
	1 9 ? 40 48	9 1 > 40 48	9 1 = 48 40	9 1 < 40 48
	1 11 = 39 48	11 1 > 39 48	11 1 < 48 39	11 1 < 39 48
	1 13 < 37 48	13 1 = 37 48	13 1 < 48 37	13 1 < 37 48
	1 17 = 31 48	17 1 > 31 48	17 1 < 48 31	17 1 < 31 48
	1 20 = 27 48	20 1 > 27 48	20 1 < 48 27	20 1 < 27 48
	1 24 = 24 48			
M.	1 6 ? 46 48	6 1 ? 46 48	6 1 ? 48 46	1 6 ? 48 46
	1 10 < 43 48	10 1 > 43 48	10 1 < 48 43	1 10 < 48 43
	1 12 < 41 48	12 1 = 41 48	12 1 < 48 41	1 12 < 48 41
	1 15 < 39 48	15 1 < 39 48	15 1 < 48 39	1 15 < 48 39
	1 18 < 37 48	18 1 = 37 48	18 1 < 48 37	1 18 < 48 37
	1 22 < 33 48	22 1 < 33 48	22 1 < 48 33	1 22 < 48 33
	1 26 < 28 48	26 1 < 28 48	26 1 < 48 28	1 26 < 48 28
A.	1 7 = 44 46	7 1 = 44 46	7 1 < 46 44	1 7 < 46 44
	1 10 = 42 46	10 1 > 42 46	10 1 < 46 42	1 10 < 46 42
	1 14 < 39 46	14 1 > 39 46	14 1 < 46 39	1 14 < 46 39
	1 20 < 33 46	20 1 > 33 46	20 1 < 46 33	1 20 < 46 33
	1 27 < 27 46			

Auch hier zeigt sich zunächst, dass die Unterlage keinen nennenswerthen Einfluss auf die Vergleichung ausgeübt hat. Außerdem aber tritt mit voller Deutlichkeit schon bei den kleinen Unterschieden, die miteinander verglichen worden sind, das Uebergewicht von D_o über D_u hervor. Bei sämmtlichen Beobachtern macht sich die Tendenz geltend, die Reizunterschiede D_o für größer zu halten als D_u. Durch

den Contrast wird diese Tendenz zwar in einzelnen Reihen abgeschwächt, aber nur bei K. und bei A. in erheblicherem Maße, so dass in der Anordnung $R_2 R_1 - R_3 R_4$, die den Unterschied D_u offenbar vergrößert und zugleich D_o verringert, geradezu das entgegengesetzte Verhältniss eintritt. Von besonderer Bedeutung sind offenbar die 1. und die 3. Reihe, wo die Contrasteinflüsse auf D_u und auf D_o in gleichem Sinne stattfinden. Gerade hier aber zeigt sich eine unzweifelhafte Ueberschätzung von D_o, selbst bei dem Beobachter K., für den sie von vornherein kaum erwartet werden konnte. Ein genaueres Eingehen auf alle diese Thatsachen ist bei der geringen Zahl der Versuche nicht geboten. Auch fehlt es, da die jedesmalige Reduction auf die subjective Gleichheit der Reizunterschiede nicht ausgeführt wurde, an einem einheitlichen Maße zu einer genauern Bestimmung der in dem Zeichen $<$ enthaltenen Größenangaben. Es wird Sache weiterer experimenteller Forschungen sein müssen, in die hier obwaltenden Verhältnisse tiefer einzudringen.

Was nun aber die Frage anbetrifft, von der wir bei diesen Versuchen ausgegangen waren, ob nämlich die Größe oder die Lage der Stufen den entscheidenden Einfluss auf die Abweichungen von R_m nach R_2 hin ausübe, so lässt sich zunächst auf Grund unserer Tabellen nicht bestreiten, dass die Lage von D_o unabhängig von seiner Größe eine Ueberschätzung desselben zur Folge hat. Wenn wir berücksichtigen, dass die Vergleichung der kleinsten Unterschiede, wie das hier öfter auftretende ? andeutet, dem Beobachter größere Schwierigkeiten bereitet, so ist doch schon bei ihnen die Neigung zur Ueberschätzung von D_o unverkennbar vorhanden. Dagegen zeigte sich in den früheren Versuchen eine solche Neigung da, wo entsprechende kleine Unterschiede sich um R_m schaarten, bei keinem der 3 Beobachter. Daraus darf wohl geschlossen werden, dass es bei der Vergleichung von Helligkeitsunterschieden wesentlich auf die Lage derselben ankommt, ob je zwei aus gleicher Stufenzahl zusammengesetzt zu denkende Distanzen als einander gleich oder von einander verschieden beurtheilt werden. Immerhin haben einige qualitative Beobachtungen von M. und A. gelehrt, dass auch die Größe der benutzten Reizunterschiede für diese Aussagen ein mitwirkendes Moment abgibt. Wenn nämlich bei Versuchen in der der 1. Reihe unserer Tabellen VII und VIII entsprechenden Anordnung ($R_1 R_2$

$— R_3 R_4$), von kleineren zu größeren Unterschieden übergegangen wurde, so schien es diesen Beobachtern, als wenn die Vergrößerung von D_0 allmählich zunehme, so dass sie bei den größten miteinander verglichenen Unterschieden am stärksten zur Geltung kam. Da die Vergrößerung der Reizunterschiede bei der uns zur Verfügung stehenden Reizscala gleichzeitig mit einer Annäherung derselben erfolgte, so sind wir von diesen einer Ergänzung freilich sehr bedürftigen Versuchen aus zu der Annahme genöthigt, dass Größe und Lage beide die Abweichung der Gleichheit übermerklicher Unterschiede in diesem Reizgebiete von der Gleichheit der Stufenzahl zu Stande bringen.

2. Versuche mit Schallreizen.

a. Versuchsanordnung.

Zur Untersuchung wurde als Apparat das bekannte Schallpendel in der von Kämpfe[1]) gewählten einarmigen Einrichtung benutzt. Um die Einstellung der Kugel auf dem eingetheilten Bogen bequemer vornehmen zu können, wurde bei den Versuchen die äußere Tangente der Kugel auf die gewählten Grade gerichtet, für die Berechnung jedoch später die Größe des Kugelradius = 3° in Abrechnung gebracht. Die Versuche wurden immer unter denselben örtlichen Verhältnissen in demselben Zimmer zu den gleichen Tageszeiten unter Beibehaltung derselben Aufstellung des Apparates und der sonst noch in dem Raume befindlichen Gegenstände ausgeführt. Das Zimmer lag nach dem Hof und die Versuchszeiten wurden so gewählt, dass die Störung durch Fußgänger und sonstige Umstände möglichst geringfügig war.

Bei der Anwendung der Methode der Minimaländerungen und der mittleren Abstufungen wurde namentlich auf die Erfahrungen von Angell Rücksicht genommen. Die Versuchsperson wusste daher bei regelmäßiger Abstufung der Reize nichts von dem Ausgangspunkt derselben und war auch über die Größe der jeweiligen Abstufungen nicht orientirt. Sie war außerdem angewiesen, ihre Aufmerksamkeit

---

1) Experimentelle Prüfung der Methode der richtigen und falschen Fälle. Philos. Stud. VIII. S. 521 ff.

möglichst ungetheilt den zu beurtheilenden Reizen oder Reizunterschieden zuzuwenden und in dem Falle, wo äußere Umstände oder zufällige innere Ablenkungen eine volle Beschäftigung mit ihrer Aufgabe verhindert hatten, eine Wiederholung des Versuchs zu erbitten. Eine solche Wiederholung fand auch statt, wenn das Urtheil schwankend oder unsicher ausfiel und wenn der Experimentator in Bezug auf die Zwischenzeit oder die Erzeugung der Schallintensität irgend etwas versehen hatte. Als Zwischenzeit zwischen den einzelnen Reizen wurden ca. $1\frac{1}{2}$ Secunden möglichst genau eingehalten, nachdem die subjective Beobachtung der Versuchsperson ein solches Intervall als das für die Beurtheilung bequemste ergeben hatte. Die Einstellung für die constanten Reize wurde durch Markirungsvorrichtungen an dem Kreisbogen erleichtert.

Es versteht sich von selbst, dass wir den in letzter Zeit wiederholt hervorgehobenen Mängeln des regelmäßig abstufenden Verfahrens zu begegnen versucht haben. Es bestehen in dieser Hinsicht, wie wir fanden, größere individuelle Unterschiede. Während der Beobachter A. einem deutlichen Einfluss der Urtheilsrichtung insofern unterlag, als mehrere Urtheile derselben Art in ihm die Tendenz erzeugten, seine weiteren Aussagen in demselben Sinne abzugeben, war der Beobachter K. vielmehr bemüht, jeden Versuch als einen für sich bestehenden Fall aufzufassen und seine Urtheile von dem Einfluss der vorausgegangenen unabhängig zu erhalten. Der Experimentator vermochte solchen Tendenzen, wo sie sich zeigten, einigermaßen durch die Wahl zweckmäßiger Stufengrößen entgegenzutreten. Jedenfalls ließ sich auf diesem Wege die Ausbildung eines auch nur annähernd festen Schemas mit zureichender Sicherheit verhindern. Jede neue Versuchsreihe präsentirte sich den Beobachtern wie eine neue Aufgabe. Außerdem wurde, um die Genauigkeit der Grenzbestimmungen zu erhöhen, in der Gegend, wo ein Umschlag des Urtheils zu erwarten stand, nach dem Vorschlage von Külpe[1]) die Stufengröße verringert. Der Beobachter saß während der ganzen Reihe etwa 1 m vom Apparate entfernt und beobachtete mit geschlossenen Augen. Versuche, welche wir nachher zur Controlle mit unregelmäßiger Abstufung von R_m ausgeführt haben, zeigen, dass

1) Grundriss der Psychologie. S. 56.

unsere Bemühungen um eine einwandfreie Anwendung des regelmäßig abstufenden Verfahrens nicht erfolglos gewesen sind.

Das Urtheil bezog sich stets auf den zweiten Reiz, bezw. Reizunterschied, was eine reinere Empfindungsschätzung und eine naivere Aussage ermöglichte als die Berücksichtigung bestimmter objectiver Verhältnisse [1]). Das Urtheil wurde sofort nach dem Versuche gefällt und bestand in den meisten Fällen in den einfachen Aussagen: größer bez. stärker, gleich, kleiner bez. schwächer. Bei der Anwendung der Methode der mittleren Abstufungen bildete sich alsbald die Gewohnheit aus, die Urtheile stärker und schwächer mit Rücksicht auf den mittleren Reiz an Stelle der entsprechenden Distanzurtheile zu gebrauchen. Worauf diese Neigung beruhte, können wir nur vermuthungsweise angeben. Wahrscheinlich war das Bedürfniss, die für das Ergebniss entscheidende Lage des mittleren Reizes eindeutig zu bestimmen, dafür maßgebend. Denn während beim aufsteigenden Verfahren das Distanzurtheil »kleiner« einen über R_m gelegenen Werth des mittleren Reizes andeutet, weist das nämliche Urtheil bei dem absteigenden Verfahren auf einen unter R_m gelegenen Reiz hin. Diese Zweideutigkeit des Distanzurtheils wurde durch die Aussage »stärker« (d. h. R_2 näher) bez. »schwächer (d. h. R_1 näher) vermieden. Dieser Vermuthung entspricht es auch, dass das Urtheil »gleich«, welches von der Richtung des Verfahrens ebenfalls unabhängig ist, beibehalten wurde, obwohl es mit den Begriffen »stärker« und »schwächer« nicht mehr in einem einfachen logischen Zusammenhange stand. Da wir vor allem wünschen mussten, dass die Beobachter möglichst unbefangen und in voller Bequemlichkeit ihre Aussagen machten und sich durch die Rücksicht auf Vorschriften oder objective Verhältnisse nicht beeinträchtigt fühlten, so haben wir dieses Verhalten, das sich bei beiden Versuchspersonen unwillkürlich einstellte und festsetzte, nicht gestört oder bekämpft. Beide hatten durchaus nicht den Eindruck, als wäre ihr Urtheil ein mittelbares, wenn sie »stärker« oder »schwächer« sagten. Eine Beziehung auf einen subjectiven Nullpunkt als Maßstab, von dem aus eine Verstärkung oder Abschwächung gerechnet worden wäre, fand jedenfalls nicht statt.

---

1) Vergl. Martin und Müller, Zur Analyse der Unterschiedsempfindlichkeit. 1899. S. 185 ff.

Bei K. wurde diese Art der Urtheilsabgabe auch noch wesentlich unterstützt durch die unwillkürlich auftretenden geometrischen Phantasiebilder, mit denen er die zwischen den gehörten Schalleindrücken bestehenden Unterschiede versinnlichte. Bei den mit Angell früher ausgeführten Versuchen sind diese anschaulichen Repräsentationen der Verschiedenheiten der Schallintensitäten von derselben Versuchsperson bereits beobachtet worden. Hieraus ergibt sich zugleich, dass die reine Distanzvergleichung durch die Wahl der erwähnten Urtheile nicht beeinträchtigt wurde. Von A. sind solche Phantasmen nicht bemerkt worden.

Die Anwendung der Methode der Minimaländerungen geschah in der von Wundt[1]) beschriebenen Weise. Da der Zeitfehler zu eliminiren war, musste der Normalreiz sowohl vor wie nach dem Vergleichsreiz gestellt werden. Indem man ferner vom Normalreiz aus zunächst aufwärts oder abwärts schreiten konnte, combinirten sich 4 Versuchsreihen zusammen, aus deren Resultaten das Mittel gezogen wurde.

Schema einer Versuchsreihe:

Gang	N	V	auf- oder absteigendes Verfahren
1.	1.	2.	↓
2.	2.	1.	↑
3.	2.	1.	↓
4.	1.	2.	↑

Die Anwendung der Methode der mittleren Abstufungen geschah gleichfalls in der von Wundt[2]) beschriebenen Weise. Zur Eliminirung des Zeitfehlers wurde hier R_1 an 1. und 3. Stelle gebracht. Indem nun ferner zur Aufsuchung von R_m der Ausgangspunkt der Abstufungen deutlich unterhalb oder oberhalb desselben gewählt wurde, entstand folgendes Schema:

---

1) A. a. O. S. 336 f., 341 ff. Vergl. auch Külpe, a. a. O. S. 60 ff.

2) A. a. O. S. 337, 344 f. Vergl. auch Külpe, a. a. O. S. 63 ff.

Schema einer Versuchsreihe:

Gang	R_1	R_2	auf- oder absteigendes Verfahren
1.	1.	3.	↑
2.	1.	3.	↓
3.	3.	1.	↓
4.	3.	1.	↑
5.	3.	1.	↓
6.	3.	1.	↑
7.	1.	3.	↑
8.	1.	3.	↓

wobei die ersten 4 Gänge ebenso wie die letzten 4 je auf einen Versuchstag fielen.

Zur Berechnung der in Graden der Scala gefundenen Werthe wurde im Anschluss an Kämpfe's Untersuchung, die sich auf den nämlichen Apparat bezog, die von ihm gefundene Proportionalität mit der Fallhöhe angesetzt. Doch ist zu bemerken, dass die Untersuchung, da sie auf die Vergleichung psychologischer Werthe ausgeht, von der Gültigkeit des hier angenommenen Maßes der Schallstärke nicht abhängt.

Während wir uns bei den optischen Versuchen wegen des verhältnissmäßig geringen Spielraumes der zur Verfügung stehenden objectiven Intensitäten mit einer Anwendung des directen Verfahrens begnügen mussten, haben wir dagegen bei den akustischen Versuchen uns zunächst und hauptsächlich des indirecten bedient. Eine Bestimmung von Stufen in der Art, wie sie mit den Papierchen durchgeführt werden konnte, wurde hier durch das Bestehen des Zeitfehlers ganz erheblich beeinträchtigt, wenn nicht in Frage gestellt. So haben wir uns denn damit begnügt, nur zum Schluss noch eine Anzahl von Stufenbestimmungen vorzunehmen, um einen Vergleich mit dem indirecten Verfahren auf demselben Gebiet und mit den optischen Experimenten zu ermöglichen.

b. Ergebnisse.

Jede Unterschiedsschwelle der folgenden Tabellen IX und X ist das Resultat aus 2 Versuchsreihen, deren jede wieder aus 4 Gängen zusammengesetzt ist. Die obere (Δr_o), untere (Δr_u) und mittlere (Δr)

Unterschiedsschwelle sind in der bekannten Weise berechnet. Wir haben außer der mittleren Schwelle und dem aus ihr und dem Normalreiz gebildeten Quotienten $\frac{\Delta r}{r}$ auch noch den entsprechenden Quotienten für die untere Unterschiedsschwelle Δr_u angegeben. Die mittlere Variation (m. V.) ist für die oberen und unteren Schwellen gesondert berechnet worden. Das Mittel aus den für jeden Normalreiz erhaltenen zwei mittleren Variationen hat in den Tabellen Aufnahme gefunden. Da die beiden Versuchsreihen, die für jeden Normalreiz ausgeführt worden sind, zeitlich zum Theil erheblich aus einander lagen, so ist die Kleinheit der mittleren Abweichung zwischen beiden bemerkenswerth. Namentlich werden die später mitzutheilenden Hauptergebnisse nicht alterirt, wenn man sich die Zahlen für Δr um die Größe von m. V. vermehrt oder vermindert denkt.

Tabelle IX.

Unterschiedsschwelle für K.

r	Δr_o	Δr_u	$\frac{\Delta r_u}{r}$	Δr	m. V.	$\frac{\Delta r}{r}$
46,95	6,58	5,13	$\frac{1}{9,15}$	5,85	1,47	$\frac{1}{8,03}$
32,78	5,79	4,83	$\frac{1}{6,79}$	5,31	0,70	$\frac{1}{6,17}$
20,76	4,66	2,17	$\frac{1}{9,57}$	3,41	0,46	$\frac{1}{6,09}$
11,24	2,18	1,66	$\frac{1}{6,77}$	1,92	0,48	$\frac{1}{5,9}$
4,50	1,19	0,94	$\frac{1}{4,79}$	1,06	0,05	$\frac{1}{3,96}$
1	0,44	0,36	$\frac{1}{2,77}$	0,40	0,01	$\frac{1}{2,5}$

Tabelle X.

Unterschiedsschwelle für A.

r	Δr_0	Δr_u	$\frac{\Delta r_u}{r}$	Δr	m. V.	$\frac{\Delta r}{r}$
46,95	13,06	7,93	$\frac{1}{5,92}$	10,5	1,90	$\frac{1}{4,67}$
32,78	10,48	9,29	$\frac{1}{3,54}$	9,88	1,50	$\frac{1}{3,32}$
20,76	7,52	5,61	$\frac{1}{3,70}$	6,56	0,47	$\frac{1}{3,16}$
11,24	3,29	3,07	$\frac{1}{3,66}$	3,18	0,30	$\frac{1}{3,53}$
4,50	2,43	1,55	$\frac{1}{2,38}$	1,99	0,08	$\frac{1}{2,26}$
1	0,6	0,41	$\frac{1}{2,44}$	0,55	0,02	$\frac{1}{1,82}$

Die Methode der Minimaländerungen ergibt in beiden Tabellen von einer unteren Grenze an, jenseits deren $\frac{\Delta r}{r}$ größer ist, bis zu einer oberen Grenze, jenseits deren $\frac{\Delta r}{r}$ kleiner ist, die Constanz der relativen Unterschiedsempfindlichkeit oder das Weber'sche Gesetz. Dasselbe gilt für die Reizscala von 11,24 bis zu 32,78, was an unserem Apparat den Winkeln von 27°—47° entsprach. Während diese Constanz bei beiden Beobachtern innerhalb derselben Grenzen auftritt, zeigt sie in numerischer Hinsicht eine merkwürdige individuelle Abweichung. Bei K. ist die Unterschiedsschwelle fast um das Doppelte kleiner als bei A., so dass der Quotient dort etwa $\frac{1}{3}$, hier ungefähr $\frac{1}{2}$ beträgt. Der letztere Werth stimmt mit den sonst festgestellten Größen der relativen Unterschiedsempfindlichkeit[1]) auf das beste überein. Für die dem Winkelwerth von 67° entsprechende Intensität wurde eine Versuchsreihe ausgeführt. Sie ist aber wegen

1) Vergl. Wundt, Physiolog. Psychol. I 4. S. 360.

der dabei auftretenden störenden Nebeneindrücke (Schwirren des Pendelstabes, motorische Reflexe) mit den andern nicht vergleichbar und daher nicht mitgetheilt worden.

Tabelle XI.

Unterschiedsvergleichung bei regelmäfsiger Abstufung des mittleren Reizes für K.

R_2	R_1	R_m	m. V.	R_g	R_a	F_g	F_a
46,95	1	14,78	2,17	6,85	23,97	1,16	0,38
32,78	1	9,34	1,26	5,73	16,89	0,63	0,45
20,76	1	6,75	1,65	4,56	10,88	0,48	0,38
11,24	1	4,14	0,62	3,35	6,12	0,21	0,32
46,95	11,24	24,00	1,72	22,97	29,09	0,04	0,18
46,95	4,50	20,91	2,23	14,53	25,72	0,44	0,19
32,78	4,50	14,19	1,41	12,15	18,64	0,17	0,23

Tabelle XII.

Unterschiedsvergleichung bei regelmäfsiger Abstufung des mittleren Reizes für A.

R_2	R_1	R_m	m. V.	R_g	R_a	F_g	F_a
46,95	1	19,47	3,19	6,85	23,97	1,84	0,19
32,78	1	11,94	1,94	5,73	16,89	1,08	0,29
20,76	1	8,16	1,39	4,56	10,88	0,79	0,25
11,24	1	4,88	0,66	3,35	6,12	0,46	0,20
46,95	11,24	26,12	2,53	22,97	29,09	0,14	0,10
46,95	4,50	23,32	2,29	14,53	25,72	0,61	0,09
32,78	4,50	15,11	1,53	12,15	18,64	0,24	0,19

Die in den Tabellen XI und XII zusammengestellten Versuchsergebnisse nach der Methode der mittleren Abstufungen zeigen zunächst bei beiden Beobachtern eine Annäherung von R_m an das arithmetische Mittel (R_a) und eine entsprechende Entfernung von dem geometrischen Mittel (R_g) mit wachsendem Intervall der Grenzreize. Doch nimmt jene Annäherung innerhalb der von uns eingehaltenen Intensitätsgrenzen nirgends bis zu einem Zusammenfallen mit R_a zu, ebenso wenig, wie wir nach unten zu eine Deckung von R_m und R_g haben feststellen können. Obwohl nun bei beiden Beobachtern eine solche Tendenz hervortritt, fehlt es doch nicht an einer individuellen Abweichung. Die Werthe von R_m sind nämlich bei A. sämmtlich größer als bei K. Es hängt das damit zusammen, dass die ersten Versuchsreihen bei diesem Beobachter sämmtlich eine höhere Lage von R_m ergaben als die später bei den gleichen Reizintervallen ausgeführten Versuche, während K. umgekehrt in den ersten Reihen eine tiefere Lage von R_m schätzte als später. Die zweite Versuchsreihe ist bei beiden Versuchspersonen fast völlig übereinstimmend ausgefallen. Es scheint daraus hervorzugehen, dass es bei der Anwendung der Methode der mittleren Abstufungen auf Schallintensitäten erst einer gewissen Anpassung bedarf, ehe man auf diejenige Schätzung geräth, die sich als die bleibende herausstellt[1]). Doch sei ausdrücklich bemerkt, dass die ursprüngliche Divergenz und die nachfolgende Convergenz der Versuchsresultate beider Beobachter nicht auf dem Übergang zu einer neuen Schätzungsweise, etwa einer Beurtheilung nach Verhältnissen beruht. Vielmehr scheint der Einfluss der beiden Grenzreize die Erklärung für diese individuelle Abweichung zu bieten. Die Versuchsperson K. hatte anfangs vielfach den Eindruck, dass der schwache Grenzreiz ganz besonders schwach oder matt sei. In Folge der dadurch bedingten Unterschätzung von R_1 wurde R_m zu weit nach unten verlegt. Dagegen hatte der Beobachter A. wiederholt gefunden, dass der starke Grenzreiz R_2 besonders nachdrücklich und lebhaft sich aufdränge. In Folge dieser Überschätzung von R_2 musste offenbar R_m einen etwas zu hohen Werth erhalten. Die Accommodation an die Verhältnisse der Reize ist also eigentlich eine Anpassung an die absoluten

1) Aehnliches hat bereits Neiglick a. a. O. S. 44 beobachtet.

Intensitäten der Grenzreize. Da wir mit den größten Intervallen unsere Versuche begannen, so musste sich der Einfluss der geschilderten Factoren auch gerade bei diesen am meisten geltend machen.

Sind hiernach die R_m-Werthe von K. wahrscheinlich etwas zu niedrig und diejenigen von A. etwas zu hoch ausgefallen, so verändert sich an der oben hervorgehobenen Tendenz dieser Werthe nichts Wesentliches. Jedenfalls wird das Weber'sche Gesetz durch die hier mitgetheilten Resultate nicht in dem Umfange bestätigt, in welchem es nach Tab. IX und X für die Unterschiedsschwellen gilt. Wir begegnen vielmehr auf dem Gebiet der Unterschiedsvergleichung von Schallintensitäten derselben Abweichung von den Ergebnissen der Unterschiedsbestimmung, wie sie sich nach einem ganz anderen Verfahren bei den optischen Reizen herausgestellt hatte. Je größer die Intervalle der Grenzreize werden, um so mehr differirt R_m von R_g bez. der mittleren Stufe und zwar in der Richtung nach dem stärkeren Reiz hin. Diese Übereinstimmung in dem Verhalten der R_m in zwei verschiedenen Sinnesgebieten und unter Anwendung zweier verschiedener Methoden ist wohl geeignet, jedem der beiden Resultate ein größeres Gewicht zu verleihen.

In dem Streite zwischen Angell und Merkel lässt sich auf Grund unserer Versuche eine einfache Entscheidung treffen. Da Angell nur mit kleinen Reizintervallen gearbeitet hat, so ist es verständlich, dass R_m und R_g mit einander zusammenfallen. Insofern Merkel über die von Angell eingehaltenen Grenzen hinausgegangen ist, hat er begreiflicher Weise eine Abweichung von dem geometrischen Mittel gefunden. Damit wird freilich nicht die Thatsache aus der Welt geschafft, dass Merkel schon bei kleinen Intervallen eine Annäherung von R_m an R_a erhalten hat. Unsere frühere Kritik[1]) an den Merkel'schen Beobachtungen gewinnt jedoch auf Grund unserer Ergebnisse eine neue wichtige Unterstützung.

Die relativen Abweichungen vom geometrischen und arithmetischen Mittel, die nach Merkel's Vorgang in den Tabellen unter $F_g\left(=\frac{R_m}{R_g}-1\right)$ und $F_a\left(=1-\frac{R_m}{R_a}\right)$[2]) aufgeführt sind, zeigen, dass

1) Vergl. S. 13 ff.

2) Da wir bei diesen Werthen keinen Wechsel des Vorzeichens beobachtet

nur zwischen F_g und R_m eine regelmäßige Beziehung besteht, während F_a theils unregelmäßig verläuft, theils eine gewisse Constanz aufweist. Jedenfalls lässt sich auch aus ihnen kein Zusammenfallen von R_m und R_a innerhalb der Grenzen der von uns angewandten Schallintensitäten entnehmen. Dagegen werfen sie ein gewisses Licht auf die Frage nach dem Einfluss der Größe und der Lage der Intensitätsdifferenzen auf die gefundenen Abweichungen vom geometrischen Mittel. Es stellt sich nämlich heraus, dass die Lage der Unterschiede neben ihrer Größe als eine selbständige Bedingung für die Abweichungen vom geometrischen Mittel anzunehmen ist. Während z. B. F_g bei den Grenzreizen 1 und 11,24 den Betrag von 0,21 in Tab. XI und von 0,46 in Tab. XII aufweist, ergibt das ungefähr gleiche Verhältniss 4,50 : 46,95 den erheblich größeren Betrag von 0,44 bez. 0,61. Andererseits ist die Größe des Verhältnisses der Grenzreize gleichfalls ein wichtiger Factor bei diesen Abweichungen. Man braucht dazu nur die Werthe von F_g bei 1 : 46,95 und bei 4,50 : 46,95 oder bei 1 : 32,78 und bei 4,50 : 32,78 untereinander zu vergleichen, wo der beträchtliche Unterschied zwischen den entsprechenden Zahlen der F_g unmittelbar auf deren Abhängigkeit von der relativen Differenz der Grenzreize hinweist.

Somit bestätigen die akustischen Versuche vollinhaltlich die Resultate der optischen. Auch bei diesen hatten wir, ohne wegen des Mangels einer Bestimmung der objectiven Intensitäten zu einer sichern Entscheidung darüber gelangen zu können, den doppelten Einfluss von Lage und Größe der verglichenen Unterschiede hervorgehoben. Wir können daher jetzt das Hauptresultat unserer Experimente dahin formuliren, dass die bei der Vergleichung von Unterschieden in dem Gebiete der Licht- und Schallintensitäten gefundene Mitte zwischen zwei Grenzreizen von dem geometrischen Mittel derselben bezw. der aus der Zahl der ebenmerklichen Unterschiede bestimmten mittleren Stufe nach R_2 hin um so mehr abweicht, je größer das Verhältniss der Grenzreize zu einander ist und je größer die absoluten Intensitäten derselben sind.

---

haben, so zogen wir es vor, $F_a = 1 - \frac{R_m}{R_a}$ und nicht wie Merkel $= \frac{R_m}{R_a} - 1$ zu setzen.

Tabelle XIII.

Unterschiedsvergleichung bei unregelmäfsiger Abstufung des mittleren Reizes für K.

R_2	R_1	R_m	Gr	R_g	R_a	F_g	F_a
46,95	1	14,34	10,43—18,64	6,85	23,97	1,09	0,40
32,78	1	10,53	6,83—15,66	5,73	16,89	0,84	0,38
20,76	1	7,23	3,51—11,24	4,56	10,88	0,59	0,33
11,24	1	4,15	3,06— 6,22	3,35	6,12	0,24	0,32
46,95	11,24	25,28	20,76—28,94	22,97	29,09	0,10	0,13
46,95	4,50	23,79	15,66—28,94	14,53	25,72	0,64	0,07
32,78	4,50	17,15	13,80—22,98	12,15	18,64	0,41	0,08

Tabelle XIV.

Unterschiedsvergleichung bei unregelmäfsiger Abstufung des mittleren Reizes für A.

R_2	R_1	R_m	Gr	R_g	R_a	F_g	F_a
46,95	1	15,75	12,96—18,64	6,85	23,97	1,30	0,34
32,78	1	12,25	9,66—15,66	5,73	16,89	1,14	0,28
20,76	1	6,93	4,50— 8,20	4,56	10,88	0,52	0,36
11,24	1	3,98	3,06— 5,01	3,35	6,12	0,19	0,35
46,95	11,24	25,86	22,98—28,94	22,97	29,09	0,13	0,11
46,95	4,50	22,17	15,66—26,49	14,53	25,72	0,53	0,14
32,78	4,50	16,04	12,96—19,69	12,15	18,64	0,30	0,09

Die Versuche, deren Ergebnisse in den Tabellen XIII und XIV dargestellt sind, waren vor allem dazu bestimmt, das bisher gewonnene allgemeine Resultat gegen die Einwände sicher zu stellen, die sich gegen das regelmäßig abstufende Verfahren haben erheben lassen. Zu diesem Zwecke wurden bei jedem der früher untersuchten Verhältnisse der Grenzreize unter Berücksichtigung der Zeitlage etwa 40 Einzelbeobachtungen in ganz unregelmäßiger Änderung des mittleren Reizes ausgeführt. Dabei wurde besonders darauf Rücksicht genommen, dass die Grenzen, innerhalb deren die Gleichheitsfälle zu liegen kommen, möglichst genau bestimmt werden konnten. Die äußersten während einer solchen Reihe gefundenen Reizwerthe, bei denen das Urtheil »gleich« abgegeben wurde, sind in der unter der Überschrift *Gr* eingetragenen Columne aufgeführt. Sie liefern einen gewissen Ersatz für die hier natürlicher Weise nicht berechnete m. V. R_m ist hier folgendermaßen bestimmt worden. Die in beiden Zeitlagen erhaltenen Gleichheitsfälle wurden zunächst zu einem Mittel vereinigt, außerdem wurde ein solcher Mittelwerth aus den ersten jenseits der Gleichheitszone gelegenen Reizen berechnet und dieser dann, da er sich von jenem nur ganz unwesentlich und ohne nach einer bestimmten Richtung abzuweichen unterschied, mit ihm zu einem Mittel, dem in den Tabellen eingetragenen R_m, zusammengenommen. Die Berechnung des geometrischen Mittels aus den zu zweit bezeichneten Grenzwerthen hätte nur bei den größten Verhältnissen $R_1 : R_2$ eine erheblichere Abweichung von dem arithmetischen Mittel der Gleichheitsfälle ergeben und wäre gerade hier auf Grund unserer bisherigen Resultate am wenigsten angebracht gewesen.

Die Versuche stimmen, wie man sieht, nicht nur recht gut für die beiden Beobachter überein, sondern bilden auch eine Bestätigung der früher bei regelmäßiger Abstufung des mittleren Reizes erhaltenen Resultate. Der Verlauf von R_m und F_g ist in beiden Fällen ein durchaus gleichartiger. Woran es liegt, dass die beiden letzten Werthe für R_m in Tab. XIII von den entsprechenden in Tab. XI um 3 Einheiten abweichen, wissen wir nicht zu sagen. Der Einfluss der Lage auf die Differenz zwischen R_m und R_g ist dadurch noch stärker hervorgetreten. Das allgemeine oben formulirte Resultat hat durch diese Controlversuche mit unregelmäßiger Variation des mittleren Reizes eine volle Bestätigung erhalten.

Tabelle XV.

Einfluss der Zeitlage bei der Unterschiedsbestimmung.

N	K.		A.	
	$N-V$	$V-N$	$N-V$	$V-N$
46,95	5,87	6,33	9,61	11,28
32,78	4,73	5,27	9,48	10,41
20,76	3,17	4,50	6,14	7,04
11,24	1,75	2,64	2,85	2,60
4,50	1,03	1,08	2,01	2,09
1	0,35	0,39	0,47	0,55

Tabelle XVI.

Einfluss der Zeitlage und der Abstufungsrichtung bei der Unterschiedsvergleichung für K.

R_2	R_1	Abst. Verf.	Aufst. Verf.	R_2-R_1	R_1-R_2
46,95	1	13,19	16,42	14,79	14,82
32,78	1	8,29	10,64	9,25	9,69
20,76	1	6,15	7,37	6,83	6,60
11,24	1	3,70	4,56	4,33	3,93
46,95	11,24	23,24	25,47	25,19	23,57
46,95	4,50	19,29	21,74	21,37	19,66
32,78	4,50	12,94	15,45	14,61	13,78

Tabelle XVII.

Einfluss der Zeitlage und der Abstufungsrichtung bei der Unterschiedsvergleichung für A.

R_2	R_1	Abst. Verf.	Aufst. Verf.	$R_2 - R_1$	$R_1 - R_2$
46,95	1	17,22	21,24	19,57	18,89
32,78	1	11,18	11,65	10,90	11,98
20,76	1	7,36	8,99	8,04	8,31
11,24	1	4,37	5,38	4,74	5,00
46,95	11,24	25,85	28,71	28,20	26,37
46,95	4,50	21,78	24,97	23,55	23,20
32,78	4,50	15,71	16,21	15,41	16,51

Um uns über den Einfluss der Zeitlage und der Abstufungsrichtung bei der Unterschiedsbestimmung und der Unterschiedsvergleichung zu orientiren, haben wir in den Tab. XV, XVI und XVII die Versuchsresultate nach diesen Gesichtspunkten zusammengestellt. In Tab. XV bedeutet N den Normalreiz, V den Vergleichsreiz, so dass $N—V$ angibt, dass der Normalreiz an erster Stelle, der Vergleichsreiz an zweiter erfolgte. Hier ergibt sich bei beiden Beobachtern ein größerer Schwellenwerth in der Zeitlage $V—N$. Doch ist der Unterschied nicht beträchtlich und nimmt im allgemeinen mit kleiner werdendem N ab. Die eine Ausnahme von diesem Verhalten bei dem Beobachter A. für $N = 11{,}24$ ist wohl nur zufällig. Dass aber die Schwelle größer ausfällt, wenn der Normalreiz zu zweit erfolgt und sich das Urtheil auf ihn bezieht, ist eine auch sonst schon beobachtete Thatsache. Martin und Müller (a. a. O. S. 21 ff.) haben ihr unter Anwendung der Methode der r. u. f. Fälle auf dem Gebiet von Gewichtsvergleichungen eine genauere Untersuchung gewidmet. Wir können die hier mitgetheilten Beobachtungen, wie z. B. das S. 47 f. beschriebene Verhalten bei der Vergleichung succedirender Gewichtshebungen, auf Grund unserer Erfahrungen an Schallintensitäten nur bestätigen.

Dagegen ist aus den Tab. XVI und XVII von einem Einfluss der Zeitlage, die hier in den Columnen R_2—R_1 bez. R_1—R_2 eine gesonderte Bestimmung erfahren hat, kaum zu reden. Eine regelmäßige Abweichung tritt nicht hervor. Auch differiren die Ergebnisse für beide Beobachter, und die Unterschiede sind zumeist so gering, dass sie keine Bedeutung beanspruchen können. Jedenfalls haben wir hiernach Merkel's[1]) Betrachtungen über den Einfluss der Zeitlage bei unsern Versuchen keine Folge geben können. Um so stärker tritt der Unterschied der Abstufungsrichtung[2]) in den Tabellen hervor. Bei aufsteigendem Verfahren liegt R_m ohne Ausnahme höher als bei absteigendem. Das hat seinen Grund z. Th. darin, dass der erste Unterschied, d. h. die erste Abweichung von der Gleichheit, in beiden Richtungen bei der Berechnung von R_m mit benutzt worden ist. Dadurch müssen natürlich die Werthe etwas verschieden ausfallen. Aber diese in der Berechnungsweise begründete Differenz reicht entfernt nicht aus, um die ziemlich großen Abweichungen in den Tabellen zu erklären. Berechnet man nämlich die Mittel bloß aus den Gleichheitsfällen, so bleibt der Unterschied zwischen dem absteigenden und aufsteigenden Verfahren, nur um weniges verringert, bestehen. Diesen Einfluss des Verfahrens müssen wir wahrscheinlich auf die Eigenthümlichkeit der regelmäßigen Abstufung zurückführen. Schon Meumann[3]) hat darauf hingewiesen, dass er bei der Anwendung der Methode der Minimaländerungen regelmäßig ein Übereinandergreifen des ersten Unterschieds und des ersten Gleichheitsfalles beobachtet habe, und daraus geschlossen, »dass bei beiden Richtungen der Abstufung das Urtheil unter verschiedenen psychischen Bedingungen zu Stande kommt. Geht man vom Gleichheitsfall aus, so macht sich die Erwartung des Unterschieds geltend, geht man vom Unterschied aus, so wirkt die Einstellung auf den Unterschied stärker als die Erwartung der Gleichheit.« Was hier

---

1) Vergl. S. 24.

2) Unter dem auf- und absteigenden Verfahren sind hier natürlich nicht, wie bei Merkel, die beiden Zeitlagen zu verstehen, sondern die verschiedenen Richtungen, in denen bei derselben Zeitlage die Abstufung von R_m vorgenommen wurde. Ueber den Einfluss dieser Factoren ist bei Merkel keine Mittheilung gemacht.

3) Philos. Stud. XII. S. 157.

über den Einfluss der Abstufungsrichtung auf die Bestimmung der Unterschiedsschwelle gesagt ist, lässt sich mit noch größerer Berechtigung, wie uns scheint, auf die Unterschiedsvergleichung übertragen. Die Gleichheit zweier Unterschiede ist, wenn man sich so ausdrücken darf, ein viel labilerer psychischer Zustand als die Gleichheit zweier Empfindungen. So kommt es, dass man das subjectiv viel sicherere Unterschiedsurtheil nicht so leicht aufgibt und verhältnissmäßig rasch wieder in dasselbe umschlägt.

Tabelle XVIII.

Beobachter	*St*	*Z*	*M*
K.	1, 1,57, 2,25, 3,51, 5,62, 8,20, 11,24, 16,69, 20,76, 25,28, 31,48, 40,14, 46,95	13	11,24
	46,95, 40,14, 32,78, 27,69, 24,12, 19,69, 16,69, 13,80, 11,24, 10,43, 8,91, 7,50, 6,22, 3,99, 2,64, 1,88	16	12,52
	1, 1,57, 2,25, 3,51, 5,01, 8,20, 11,24, 14,72, 18,64, 24,12, 28,94, 32,78, 36,83, 41,05, 46,95	15	14,72
	46,95, 40,14, 31,48, 26,49, 20,76, 16,69, 12,06, 8,91, 5,62, 3,06, 1,57	11	16,69
	1, 1,57, 2,25, 3,51, 4,50, 6,22, 8,91, 11,24, 14,72, 15,66, 16,69, 17,63, 20,76, 22,98, 25,28, 27,69, 30,21, 34,11, 42,50	19	15,66
	46,95, 42,50, 31,48, 22,93, 17,63, 12,94, 8,91, 6,22 4,50, 3,06, 2,25, 1,27	12	10,92
A.	1, 2,25, 3,99, 6,22, 9,66, 15,66, 24,12, 32,78, 46,95	9	9,66
	46,95, 32,78, 24,12, 13,80, 6,83, 3,06, 1	7	13,80
	1, 1,57, 3,99, 8,20, 13,80, 21,86, 31,48, 45,45	8	11,00
	46,95, 31,48, 19,69, 9,66, 3,51, 1,27	6	14,67
	1, 1,88, 2,64, 5,01, 9,66, 17,63, 26,49, 36,83, 46,95	9	9,66
	46,95, 30,21, 14,72, 8,91, 3,99, 1,57	6	11,81

Tabelle XIX.

Beobachter	D_u		U	D_0	
K.	1	11,24	?	11,24	46,95
	1,57	11,24	<	11,24	40,14
	2,25	11,24	<	11,24	31,48
	3,51	11,24	<	11,24	25,28
	5,62	11,24	?	11,24	20,76
	8,20	11,24	=	11,24	16,69
	46,95	13,80	<	13,80	2,64
	40,14	13,80	<	13,80	3,99
	32,78	13,80	<	13,80	6,22
	27,69	13,80	<	13,80	7,50
	24,12	13,80	=	13,80	8,91
	19,69	13,80	=	13,80	10,43
	16,69	13,80	?	13,80	11,24
	40,14	11,24	<	11,24	1,57
	32,78	11,24	=	11,24	2,64
	27,69	11,24	=	11,24	3,99
	24,12	11,24	=	11,24	6,22
	19,69	11,24	?	11,24	7,50
	16,69	11,24	?	11,24	8,91
	13,80	11,24	?	11,24	10,43
A.	1	9,66	<	9,66	46,95
	2,25	9,66	<	9,66	32,78
	3,99	9,66	<	9,66	24,12
	6,22	9,66	=	9,66	15,66
	46,95	13,80	=	13,80	1
	32,78	13,80	=	13,80	3,06
	24,12	13,80	=	13,80	6,83

Obgleich dem directen Verfahren auf dem Gebiete der Schallintensitäten in Folge des Einflusses der Zeitlage große Schwierigkeiten entgegenstehen, so haben wir es doch für wünschenswerth gehalten, einige Versuchsreihen nach demselben auszuführen, um nicht nur die beiden Verfahrungsweisen auf einem und demselben Sinnes-

gebiet an einander messen zu können, sondern auch um eine unmittelbare Vergleichung mit den optischen Versuchen zu ermöglichen. In Tab. XVIII sind ganz nach dem Schema der früher mitgetheilten Resultate in Tab. II je drei aufsteigende und absteigende Stufenreihen (*St*) nebst der Stufenzahl (*Z*) und der aus ihnen bestimmten mittleren Stufe (*M*) für beide Beobachter zusammengestellt. Als mittlere Stufenzahl berechnet sich hiernach für K. etwa 14, für A. 7,5, als mittlere Stufengröße für K. 13,62, für A. 11,77.

Hieraus ergibt sich zunächst wiederum eine erhebliche Verschiedenheit individueller Art hinsichtlich der Unterschiedsempfindlichkeit, insofern K. innerhalb derselben Reizscala etwa doppelt so viel Stufen unterscheidet als A. Dies Resultat stimmt mit den früher erhaltenen und in Tab. IX und X dargestellten gut überein, da sich auch hier die Unterschiedsempfindlichkeit von K. etwa doppelt so groß wie die von A. zeigte. Wir berechnen ferner aus Tab. IX und X die Zahl der Stufen, die sich ergeben würde, wenn man das dort angeführte Δr als Differenz zwischen zwei benachbarten Stufen betrachtete. Darnach erhält man unter Benutzung des arithmetischen Mittels aus zwei benachbarten Werten von $\frac{\Delta r}{r}$ und unter der Voraussetzung, dass die Stufen zwischen je zwei benachbarten Normalreizen N um diesen Mittelwerth von einander abweichen, für K. etwa 20, für A. 12 Stufen. Es ist demnach der ebenmerkliche Unterschied des directen Verfahrens etwas größer als die nach der Methode der Minimaländerungen ermittelte Unterschiedsschwelle, ein Ergebniss, das mit den früheren Betrachtungen[1]) völlig übereinstimmt und die Möglichkeit gewährt, über die Größe der zwischen beiden Werthen bestehenden Differenz sich eine Vorstellung zu bilden. Das Verhältniss der Unterschiedsschwelle zum ebenmerklichen Unterschied beträgt hiernach bei beiden Beobachtern etwa 2 : 3.

Was endlich die mittlere Stufengröße anbetrifft, so ist diese bei K. nicht wesentlich von dem in Tab. XI und XIII aufgeführten R_m bei $R_1 : R_2 = 1 : 46{,}95$ verschieden, während es bei A. ziemlich erheblich von dem entsprechenden Werthe der Tab. XII und XIV abweicht. Dagegen liegen beide M über dem geometrischen Mittel.

1) Vergl. S. 30.

Leider stehen uns keine Beobachtungen nach dem directen Verfahren über denjenigen engeren Reizumfang zu Gebote, innerhalb dessen wir eine Bestätigung des Weber'schen Gesetzes erhalten haben. Es ist zu erwarten, dass hier M mit R_g übereinstimmen würde, während nach dem Verhalten der Unterschiedsschwellen in dem ganzen von uns untersuchten Reizgebiet M in der That zwischen dem arithmetischen und dem geometrischen Mittel der äußersten Grenzwerthe gelegen sein muss. Die individuelle Differenz, die sich für das Verhältniss der mittleren Stufengröße zu den Werthen von R_m bei beiden Beobachtern herausgestellt hat, läuft den früher bei den optischen Versuchen constatirten individuellen Unterschieden parallel[1]).

In Tab. XIX haben wir noch einige unmittelbare Vergleichungen im Anschluss an die erste auf- und absteigende Scala der beiden Beobachter zusammengestellt. Diese den Tab. V und VI des optischen Theils entsprechende Übersicht zeigt im allgemeinen bei aufsteigendem Verfahren, dass die für die Scala geltende mittlere Stufengröße bei der Unterschiedsvergleichung die Differenzen zwischen den kleineren Intensitäten geringer erscheinen lässt als zwischen den größeren. Bei absteigendem Verfahren (das bei K. wegen der geraden Stufenzahl mit zwei verschiedenen Werthen von M ausgeführt worden ist) macht sich der Einfluss der Zeitlage dahin geltend, dass der hervorgehobene Unterschied bei A. unmerklich wird, während er sich bei K. zum Theil sogar in sein Gegentheil verkehrt. Auch hier beobachtete übrigens A. bei dem aufsteigenden Verfahren eine Abnahme des Unterschieds zwischen den verglichenen Reizdifferenzen mit einer Verkleinerung der letzteren[2]).

Obgleich wir, wie schon erwähnt, auf die akustischen Resultate nach dem directen Verfahren wegen ihrer geringen Zahl und Ausdehnung und wegen der aus dem Einfluss der Zeitlage erwachsenen Schwierigkeiten keinen besonderen Werth legen können, so ist doch ihre Übereinstimmung mit den Resultaten der optischen Versuche unverkennbar. Auch aus ihnen haben wir auf eine Discrepanz zwischen der Unterschiedsvergleichung und der Unterschiedsbestimmung zu schließen. Insbesondere aber haben wir auch ihnen die

1) Vergl. S. 32.
2) Vergl. S. 35 ff.

Folgerung zu entnehmen, dass der ebenmerkliche Unterschied sich nicht ohne weiteres als eine Maßeinheit in dem Gebiet der Reizintensitäten verwenden lässt. Worauf wir aber den individuellen Unterschied zwischen K. und A. zurückzuführen haben, lässt sich auf Grund unserer Beobachtungen nicht genügend bestimmen.

Tabelle XX.

Contrastversuche für K.

1. Ordnung der Reize	2. Ordnung der Reize
46,95 — 1 — 11,24 — 0,98	11,24 — 1 — 46,95 — 1,06
1 — 46,95 — 20,76 — 42,27	20,76 — 46,95 — 1 — 44,40
1 — 15,66 — 46,95 — 16,30	46,95 — 15,66 — 1 — 15,68
1 — 15,66 — 1 — 12,77	46,95 — 15,66 — 46,95 — 16,83
1 — 15,66 — 17,75	46,95 — 15,66 — 17,07
1 — 46,95 — 50,74	46,95 — 1 — 0,91

Tabelle XXI.

Contrastversuche für A.

1. Ordnung der Reize	2. Ordnung der Reize
46,95 — 1 — 11,24 — 1,04	11,24 — 1 — 46,95 — 1,16
1 — 46,95 — 20,76 — 44,50	20,76 — 46,95 — 1 — 44,02
1 — 15,66 — 46,95 — 13,99	46,95 — 15,66 — 1 — 18,52
1 — 15,66 — 1 — 13,52	46,95 — 15,66 — 46,95 — 20,63
1 — 15,66 — 13,53	46,95 — 15,66 — 14,78
1 — 46,95 — 45,52	46,95 — 1 — 0,86

Um den Einfluss des Contrastes auf die Vergleichung von Schallintensitäten ermitteln zu können, haben wir einige Versuchsreihen ausgeführt, die in den Tabellen XX und XXI mitgetheilt sind. Hierbei wurden in den ersten 4 Horizontalcolumnen der 2. und 4., in den beiden letzten der 2. und 3. Reiz mit einander verglichen. Da nun dem 2. Reiz ein ganz anderer vorausging als dem 4. bez. 3. Reiz, so musste sich ein etwa vorhandener Contrasteinfluss in dem Sinne der vorausgehenden Intensitäten geltend machen. Durch unregelmäßige Variation des letzten Reizes wurde dann zu bestimmen gesucht, in welcher Größe er dem als Normalreiz fungirenden zweiten gleich erscheine. Das Mittel aus je 20 Versuchen in beiden Anordnungen der Reize wurde auf Grund der erhaltenen Gleichheits- und Grenzfälle berechnet.

Ein reiner Contrasteinfluss lässt sich bei derartigen Versuchen deshalb nicht aussondern, weil sich daneben mindestens noch der Factor der Zeitlage einschleicht, über dessen Größe und Richtung wir nicht genau orientirt sind. Außerdem kann dem eingeschobenen Reiz in den ersten 4 Horizontalcolumnen neben seiner die Auffassung des nachfolgenden modificirenden Kraft auch noch eine rückwirkende Bedeutung für den vorausgegangenen Reiz beigemessen werden. Bei dieser Complication wäre ein einfaches Ergebniss im Sinne eines Contrasteinflusses nur da zu erwarten, wo die beiden andern möglicher Weise mitwirkenden Factoren einen entgegengesetzten Einfluss ausüben würden. Das ist in einigen, allerdings nur wenigen Fällen in der That hervorgetreten, bei K. 1. Reihe 2. Ordnung, 5. und 6. Reihe 1. Ordnung, bei A. nur in der 1. Reihe 2. Ordnung. Ganz überwiegend macht sich der Einfluss der Zeitlage bei A. geltend, wo bei abweichender Tendenz der andern Factoren nicht weniger als 6, d. h. die Hälfte aller Fälle, in seinem Sinne ausgefallen sind, während bei K. nur ein einziger derartiger Fall constatirt werden kann. Am allerunsichersten ist nach unseren Resultaten eine Rückwirkung, da sie nur in einem einzigen Falle bei K. den zweiten Reiz in dem Sinne der für den Vergleichsreiz erhaltenen Zahlen hätte ausfallen lassen können (1. Reihe 1. Ordnung). Da aber gerade hier auch der Contrast und die Zeitlage in der gleichen Richtung gewirkt haben mussten, so beweist jene Übereinstimmung nichts für das Vorhandensein einer solchen Tendenz. Im allgemeinen lässt sich daher nur

so viel sagen, dass von den beiden bei derartigen Versuchen concurrirenden Einflüssen bei K. der Contrast, bei A. die Zeitlage das Übergewicht hat. Inwiefern dieser individuelle Unterschied mit dem früher gefundenen sich berührt, muss bei der nur wenig ausgesprochenen Tendenz zu Contrasteinflüssen zunächst dahingestellt bleiben.

Rückblick.

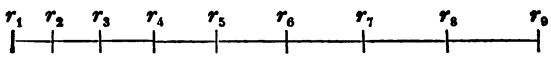
Kehren wir nach dem Abschluss unserer Untersuchung zu dem Ausgang derselben zurück, so sind wir jetzt in die Lage versetzt, über die dort erörterten Möglichkeiten wenigstens für das Gebiet der Licht- und Schallintensitäten eine Entscheidung zu treffen. Wir haben in einer über den Zufall sicherlich hinausgehenden Gesetzmäßigkeit eine bestimmte Abweichung zwischen der Methode der Unterschiedsbestimmung und derjenigen der Unterschiedsvergleichung sowohl nach dem directen als auch nach dem indirecten Verfahren gefunden. Diese Abweichung kann a priori auf doppelte Weise erklärt werden. Erstlich so, dass man annimmt, die ebenmerklichen Unterschiede wären sämmtlich merklich gleiche Unterschiede. Dann müssen die Resultate durch irgend welche Factoren getrübt worden sein. Da die Abweichungen zwischen beiden Methoden sich verringern, wenn die verglichenen Unterschiede kleiner werden, so müsste im Zusammenhang damit auf eine Beeinträchtigung der Methode der Unterschiedsvergleichung durch Einflüsse, die sich erst bei größeren Unterschieden deutlich zur Geltung bringen, geschlossen werden. Eine zweite Möglichkeit, die gefundenen Ergebnisse zu erklären, würde darin bestehen, dass man die Voraussetzung der merklichen Gleichheit aller Unterschiedsschwellen aufgibt und damit zugleich ihre Bedeutung als psychischer Maßwerthe bestreitet. Dann würde die Methode der Unterschiedsvergleichung wenigstens auf dem hier in Rede stehenden Gebiet allein über die Größe von Empfindungsunterschieden einen zuverlässigen Aufschluss gewähren.

Dass die erste der hier geschilderten Möglichkeiten nicht zutreffend sein kann, ergibt sich aus folgenden Gründen. 1) Wir haben gefunden, dass die Abweichungen zwischen beiden Methoden

nicht bloß von der Größe, sondern auch von der Lage der Unterschiede abhängig sind. Damit fällt die Auffassung, nach der eine bloße Verkleinerung der Unterschiede hinreichen sollte, um die Ergebnisse beider Methoden in Einklang miteinander zu bringen. Dass die Abweichung zwischen ihnen immer mehr abnimmt, je näher wir die verglichenen Unterschiede aneinanderrücken, lässt sich vielmehr einfach daraus erklären, dass die ebenmerklichen Unterschiede mit den Reizen wachsen und daher am wenigsten voneinander differiren, wo sie unmittelbar aneinanderstoßen. Außerdem wird uns natürlich eine Abweichung zwischen beiden Methoden um so deutlicher zum Bewusstsein kommen, je größer die verglichenen Unterschiede sind, weil uns auch hier wieder die Grenzen unserer Unterschiedsempfindlichkeit beeinflussen. 2) Als Factoren, welche die Unterschiedsvergleichung bei größeren Differenzen erheblich beeinträchtigen könnten, haben wir den Einfluss der Zeitlage und etwaige Contrastwirkungen oder Nachwirkungen geprüft. Es hat sich dabei herausgestellt, dass kein einziger von ihnen ausreicht, um die von uns gefundenen Abweichungen zwischen beiden Methoden zu erklären. So hat sich z. B. ein Contrast wenigstens bei A. für die succedirenden akustischen Reize nicht mit Sicherheit nachweisen lassen, und die bei verschiedener Zeitlage gewonnenen Resultate differiren viel zu wenig von einander, um auch nur ernstlich für die in Rede stehende Erklärung herangezogen werden zu können. So lange sich nicht derartige Factoren in bestimmter Weise aufzeigen lassen, so lange ist ihre Annahme eine unbegründete Vermuthung. Gewiss steht die Unterschiedsvergleichung unter andern psychologischen Bedingungen als die Unterschiedsbestimmung, aber es dürfte schwer fallen, einen Gesichtspunkt unter ihnen aufzufinden, der die allmähliche Entfernung der Ergebnisse beider Methoden von einander verständlich machte.

So sind wir denn allein auf die zweite Erklärungsmöglichkeit angewiesen, die sich in der That durch ihre Klarheit und innere Consequenz am meisten empfiehlt. Mit einer einzigen Annahme lässt sich hier die ganze Erklärung der gefundenen Abweichung zwischen den Ergebnissen beider Methoden bestreiten, indem wir nämlich voraussetzen, dass die Unterschiedsschwellen wenigstens innerhalb des von uns untersuchten Gebiets mit den Reizintensitäten an Größe

zunehmen. Man erhält dann folgendes Schema für die Beziehungen der Ergebnisse beider Methoden zu einander:



Auf der Linie $r_1 - r_9$ sind die Reizintensitäten r_1, r_2, r_3 u. s. f. abgetragen zu denken. Der Abstand zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Reizen bedeutet eine Unterschiedsschwelle. Die Zeichnung ist so ausgeführt, dass die einzelnen Differenzen $r_1 - r_2$, $r_2 - r_3$ u. s. f. um gleiche Zuwüchse von einander abweichen. r_5 bedeutet die mittlere Stufengröße, die wir früher als M bezeichnet haben. Eine directe Vergleichung zwischen der Strecke $r_1 - r_5$ und der andern $r_5 - r_9$ ergibt sofort, dass die letztere größer erscheint. Rückt man dagegen mit den zu vergleichenden Strecken näher an M heran, so wird dieser Größenunterschied geringer, um bei $r_4 - r_5$ und $r_5 - r_6$ auf ein kaum mehr erkennbares Minimum herabzusinken. Andererseits werden die Strecken $r_1 - r_2$ und $r_8 - r_9$, obwohl sie beide bloß Unterschiedsschwellen sein sollen, eine deutliche Verschiedenheit zeigen. So lassen sich die beiden wichtigsten Resultate, die wir gewonnen haben, nämlich die Abhängigkeit der zwischen beiden Methoden bestehenden Differenzen von der Größe und von der Lage der verglichenen Unterschiede in einfacher Weise aus der einen Voraussetzung, die wir gemacht haben, ableiten.

Diese Voraussetzung selbst aber ist bisher nur auf Grund eines durch Fechner in Aufnahme gekommenen und seitdem herrschend gebliebenen Vorurtheils abgelehnt worden, obwohl es nicht an Stimmen gefehlt hat, die sich wenigstens implicite für sie ausgesprochen haben. Bei allen Vertretern einer psychologischen Deutung des Weber'schen Gesetzes, insbesondere der sog. Verhältnisshypothese, Wundt, Brentano, Merkel u. A., hat sie bereits eine Anerkennung gefunden, und die scharfsinnige Analyse, welche der Begriff des Ebenmerklichen bei Meinong gefunden hat, darf direct zu ihrer Rechtfertigung ins Feld geführt werden. In der That enthält ja der Begriff der Unterschiedsschwelle gar keine Aussage über die Größe des auf diesem Wege bestimmten Reizunterschieds, und es kann daher auch nicht als ein mit diesem Begriff unvereinbares Resultat angesehen werden, dass die einzelnen für verschiedene Werthe der Reizscala ermittelten Unterschiedsschwellen eine verschiedene Größe

besitzen. Allen diesen theoretischen Erwägungen und Annahmen aber fehlte es bisher an einer unmittelbaren experimentellen Bestätigung. Merkel's Versuche, so wichtig sie an sich sind, liefern, wie wir gesehen haben, keine Stütze für die bezeichnete Annahme. Wir dürfen daher wohl das Verdienst in Anspruch nehmen, innerhalb gewisser engerer Grenzen zum ersten Male eine experimentelle Grundlage für die Auffassung des Verhältnisses der beiden in Rede stehenden Methoden zu einander geliefert zu haben. Dass es von hier aus nicht nothwendig ist, zu den auflösenden Betrachtungen von L. Lange fortzuschreiten, braucht wohl kaum mehr gesagt zu werden. Denn diese Betrachtungen ruhen ganz und gar auf der hier widerlegten Voraussetzung, dass der ebenmerkliche Unterschied eine Maßeinheit für beliebig große und beliebig gelegene Reizdifferenzen sei.

Als Hauptresultate der Untersuchung ergaben sich folgende:

1) Die Entscheidung der Frage, wie sich die ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden verhalten, kann durch zwei Verfahren herbeigeführt werden: Durch eine Vergleichung der für eine Reizreihe bestimmten ebenmerklichen Unterschiede mit übermerklichen derselben Reihe einerseits (directes Verfahren) oder durch eine Gegenüberstellung der nach der Methode der Minimaländerungen und der der mittleren Abstufungen gesondert ermittelten gesetzmäßigen Verhältnisse andererseits (indirectes Verfahren).

2) Merkel hat zwar innerhalb gewisser Grenzen die Constanz der relativen Unterschiedsempfindlichkeit nach der Methode der Minimaländerungen bestätigt gefunden, aber nach der Methode der mittleren Abstufungen nicht das geometrische, sondern im allgemeinen einen zwischen dem geometrischen und arithmetischen Mittel oder einen dem letzteren naheliegenden Werth erhalten. Angell aber erhielt das geometrische Mittel. Dieser Widerspruch erklärt sich z. Th. dadurch, dass die Experimente von Angell sich über einen viel geringeren Umfang von Reizverhältnissen erstreckt haben.

3) Bei Lichtreizen ergab sich unter Anwendung des directen Verfahrens eine Abweichung zwischen der Unterschiedsbestimmung und der Unterschiedsvergleichung. Dieselbe Abweichung wurde bei Schallintensitäten sowohl nach dem indirecten als nach dem directen Verfahren gefunden.

4) Diese Abweichung hängt von der Größe und Lage der verglichenen Unterschiede ab.

5) Hiernach muss man sich die Unterschiedsschwelle als eine mit den Reizen wachsende Größe vorstellen und somit die alte Fechner'sche Annahme aufgeben, dass sie die Maßeinheit innerhalb des Gebiets der Empfindungsmessung schlechthin sei.

6) Die experimentell ermittelte Abweichung zwischen den Ergebnissen der Unterschiedsbestimmung und der Unterschiedsvergleichung kann nicht durch den Einfluss des Zeitfehlers oder anderer Factoren auf die Methode der mittleren Abstufungen erklärt werden.

7) Bei der Methode der mittleren Abstufungen nähert sich R_m bei aufsteigendem Verfahren dem stärksten der 3 Reize durchweg mehr als bei absteigendem.

8) Ein Contrasteinfluss hat sich auf dem Gebiet der Vergleichung von Schallintensitäten nicht mit Sicherheit nachweisen lassen.

Lebenslauf.

Ich, Karl Wilhelm Ament, Sohn des † kgl. bayr. char. Obersten Andreas Ament und seiner Ehefrau Elise, geb. Buchner, protestantisch, wurde am 1. November 1876 zu Zweibrücken in der Rheinpfalz geboren. Nachdem ich in der Volksschule daselbst meine erste Schulbildung genossen, besuchte ich in der gleichen Stadt das Gymnasium, vertauschte es aber noch im ersten Jahre mit jenem zu Bamberg. Da ich von meiner Familie zur Leitung einer Verlagsfirma ausersehen wurde, brach ich den Besuch des Gymnasiums nach 7 Klassen ab, um meine weitere Ausbildung den Anforderungen meines zukünftigen Berufes anpassen zu können. Zur Erlangung einer gediegenen wissenschaftlichen Bildung einerseits immatriculirte ich mich vom W.-S. 1895/96 bis zum S.-S. 1899 an der philosophischen Facultät der Universität Würzburg. Als Hauptfächer erwählte ich mir im engeren Anschluss an die Herren Prof. Dr. Külpe und Privatdoc. Dr. Marbe Philosophie und Psychologie und hörte daneben noch die Vorlesungen der Herren Prof. Dr. Boveri, Hantzsch, Kraus, Röntgen und Stölzle. Zur Erlangung einer zweckentsprechenden buchhändlerischen Ausbildung andererseits widmete ich gleichzeitig von März 1896 bis April 1898 einen großen Theil meiner Zeit praktischer Thätigkeit in der Stahel'schen Verlagsanstalt daselbst.

Seit Juli 1896 arbeitete ich an einer größeren wissenschaftlichen Untersuchung, welche schon in meiner Gymnasialzeit mit der Führung von Tagebüchern über Kinder begonnen, aber erst durch meinen Lehrer, Herrn Prof. Dr. Külpe, in feste Bahnen geleitet worden war und unter dem Titel »Die Entwicklung von Sprechen und Denken beim Kinde« im Mai 1899 in Leipzig erschien. Vom October 1897 bis October 1899 führte ich im Psychologischen Institut der Universität Würzburg eine zweite von Herrn Prof. Dr. Külpe vorgeschlagene Untersuchung aus dem Gebiet der experimentellen Psychologie mit seiner und Herrn Privatdoc. Dr. Marbe's einflussreicher Unterstützung durch, deren Resultate in vorliegender Dissertation niedergelegt sind.

Die mündliche Doctorprüfung fand am 2. Mai 1900 statt.

An dieser Stelle fühle ich mich verpflichtet, allen meinen obengenannten Lehrern tiefgefühlten Dank auszusprechen, besonders aber Herrn Prof. Dr. Külpe, dem ich nie an Dank werde abstatten können, was er mir als gewissenhafter Lehrer und treuer Berather in meiner Studienzeit gewesen ist.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.